

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

“Cambio climático e insectos: Elaboración de una línea base con
Carabidae de altura”

Disertación previa a la obtención del título de Licenciada en
Ciencias Biológicas

María Eugenia de los Ángeles Aráuz Castro

Quito, 2013

CERTIFICACION

Certifico que la disertación de Licenciatura en Ciencias Biológicas de la candidata María Eugenia de los Ángeles Aráuz Castro ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto, puede ser presentada para la calificación correspondiente.

Álvaro Barragán M. Sc.

Director de la Disertación

Quito, 2013

Pon en manos del SEÑOR todas tus obras,
y tus proyectos se cumplirán.

Proverbios 16:3

A mis padres, seres maravillosos, que
nunca permitieron que olvidara mi sueño,
A Fernando, mi amor, mi apoyo y compañía
A mis hijos, Alberto y Leonardo, porque son la
bendición y la luz de mi vida

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi Dios y Señor, porque ha sido Él quien ha guiado mis pasos y ha permitido que culmine este sueño largamente esperado en mi vida.

Quiero agradecer de manera muy especial a Álvaro Barragán no sólo porque ha sido mi Director de Tesis, sino también y sobre todo un amigo, que no ha escatimado ningún esfuerzo para encaminar y dirigir esta investigación.

A Fernando, mi esposo, por su apoyo y paciencia durante mis largas horas de estudio y trabajo.

A mi hijo Alberto por su ayuda invaluable durante el trabajo de campo; sin él habría sido muy difícil realizar los todos los exhaustivos muestreos que fueron necesarios.

A mi hijo Leonardo quien gracias a su talento para la fotografía ha hecho que las imágenes de esta tesis sean impecables.

A mi Papi, Mami, mis hermanas y mi hermano por haberme dado siempre aliento y apoyo para que continúe y termine este proyecto.

A Belén Liger por su inmensa y desinteresada ayuda para la elaboración de los mapas, a Saúl Aguirre por sus consejos y la siempre buena disposición para colaborar en todo lo necesario.

A Wladimir Carvajal, entomólogo del Departamento de Biología de la EPN por su colaboración para el trabajo de fotografía de los Carabidae colectados.

A los Directivos de la Facultad de Ciencias Exactas y de la Escuela de Biología: Dr. Hugo Navarrete, Mtr. Merceditas Rodríguez e Ing. Anita Lucía Flores. A las señoras Fernanda Jiménez, Marcelita Venegas y Cristina Albán, porque siempre me atendieron eficientemente y con la mejor de las sonrisas.

LISTA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE FIGURAS.....	IV
LISTA DE TABLAS.....	VI
LISTA DE ANEXOS.....	VII
1. RESUMEN.....	1
2. ABSTRACT.....	3
3. INTRODUCCIÓN.....	5
3.1 GENERALIDADES.....	5
3.2 RESPUESTAS DE LOS INSECTOS AL CAMBIO CLIMATICO.....	7
3.3 LA FAMILIA CARABIDAE.....	8
3.4 JUSTIFICACIÓN.....	11
3.5 OBJETIVOS.....	14
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
4.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	15
4.2 METODOLOGÍA.....	17
5. RESULTADOS.....	20
6. DISCUSIÓN.....	24
6.1 MAPAS DE DISTRIBUCIÓN.....	31
6.2 LÍNEA BASE.....	33

7. CONCLUSIONES.....	36
8. RECOMENDACIONES.....	37
9. GLOSARIO.....	38
10. LITERATURA CITADA.....	40
11. FIGURAS.....	49
12. TABLAS.....	87
13. ANEXOS.....	94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio, ladera oriental del Rucu Pichincha.....	50
Figura 2. Área de estudio, puntos 1, 2 y 3.....	51
Figura 3. Área de estudio, puntos 4, 5 y 6.....	51
Figura 4. Área de estudio, puntos 7, 8, 9 y 10.....	52
Figura 5. Área de estudio, puntos 1 al 10.....	52
Figura 6. Vegetación correspondiente a los 3305 a 3887 msnm.....	53
Figura 7. Vegetación correspondiente a los 3979 a 4210 msnm.....	53
Figura 8. Vegetación correspondiente a los 4302 a 4441 msnm.....	54
Figura 9. Vegetación correspondiente a los 4302 a 4441 msnm.....	54
Figura 10. Vegetación correspondiente a los 4441 a 4605 msnm.....	55
Figura 11. Cumbre del Rucu Pichincha, 4708 msnm.....	55
Figura 12. Tronco colocado como refugio.....	56
Figura 13. Trampa de carroña.....	56
Figura 14. Estación INAMHI M0024 Quito-Iñaquito. Gráfico de temperatura anual. Temperatura promedio de la década 1995 al 2005.....	57
Figura 15. Estación INAMHI M0024 Quito-Iñaquito. Gráfico de temperatura anual. Temperatura promedio de los años 2005 al 2013.....	57
Figura 16. Estación INAMHI M0024 Quito-Iñaquito. Gráfico de precipitación anual. Precipitación promedio de la década 1995 al 2005.....	58

Figura 17. Estación INAMHI M0024 Quito-Iñaquito. Gráfico de precipitación anual.	
Precipitación promedio de los años 2005 al 2013.....	58
Figura 18. Captura activa en el punto 5.....	59
Figura 19. Gráfico comparativo entre el número total de individuos y su rango altitudinal...	60
Figura 20. Gráfico de rangos de altitud vs. número de especies.....	60
Figura 21. Gráfico de No. de Individuos vs. Altitud.....	61
Figura 22. Gráfico de la distribución de <i>Dyscolus rotundiceps</i>	62
Figura 23. Gráfico de altitud vs. No. de individuos para <i>Dyscolus rotundiceps</i>	63
Figura 24. Gráfico de la distribución de <i>Pelmatellus colombianus</i>	64
Figura 25. Gráfico de altitud vs. No. de individuos para <i>Pelmatellus colombianus</i>	65
Figura 26. Gráfico de la distribución de <i>Dercylus cordicollis</i>	66
Figura 27. Gráfico de altitud vs. No. de individuos para <i>Dercylus cordicollis</i>	67
Figura 28. Gráfico de la distribución de <i>Blennidus mucronatus</i>	68
Figura 29. Gráfico de altitud vs. No. de individuos para <i>Blennidus mucronatus</i>	69
Figura 30. Gráfico de la distribución de <i>Dercylus orthomus</i>	70
Figura 31. Gráfico de altitud vs. No. de individuos para <i>Dyscolus orthomus</i>	71
Figura 32. Gráfico de la distribución de <i>Dyscolus megacephalus</i>	72
Figura 33. Gráfico de altitud vs. No. de individuos para <i>Dyscolus megacephalus</i>	73
Figura 34. Gráfico de la distribución de <i>Dyscolus alpinus</i>	74
Figura 35. Gráfico de altitud vs. No. de individuos para <i>Dyscolus alpinus</i>	75
Figura 36. Gráfico de la distribución de <i>Dercylus oopteroides</i>	76
Figura 37. Gráfico de altitud vs. No. de individuos para <i>Dyscolus oopteroides</i>	77

Figura 38. Hongos laboulbeniales en individuo de <i>Blennidus mucronatus</i>	78
Figura 39. Gráfico de el número de individuos colectados de las 8 especies en las cuales se evidencia un cambio entre el 2005 y el 2013.....	79
Figura 40. Predicciones con DIVA-BIOCLIM para <i>Dyscolus rotundiceps</i>	80
Figura 41. Predicciones con DIVA-BIOCLIM para <i>Pelmatellus colombianus</i>	81
Figura 42. Predicciones DIVA-BIOCLIM para <i>Dercylus cordicollis</i>	82
Figura 43. Predicciones DIVA-BIOCLIM para <i>Dyscolus orthomus</i>	83
Figura 43. Predicciones DIVA-BIOCLIM para <i>Dyscolus megacephalus</i>	84
Figura 43. Predicciones DIVA-BIOCLIM para <i>Dyscolus alpinus</i>	85
Figura 43. Predicciones DIVA-BIOCLIM para <i>Dyscolus oopteroides</i>	86

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas geográficas y altitudes de los 10 puntos de colección.....	88
Tabla 2. Tabla comparativa entre los años 1880, 2005 y 2013.....	89
Tabla 3. Tabla de resultados del 2013.....	90
Tabla 4. Coordenadas y altitudes de los puntos 3, 6,9 y 10.....	91
Tabla 5. Ficha para muestreo de Carabidae en el Rucu Pichincha.....	92
Tabla 6. Modelo de ficha de registro para el Laboratorio.....	93
Tabla 7. Modelo de ficha de registro para el Laboratorio.....	93

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Cambio de la temperatura superficial promedio 1986-2005 a 2081-2100.....	95
Anexo 2. Anomalía de la temperatura superficial promedio 1850-2012.....	96
Anexo 3. Clave taxonómica. Tomado de Moret P. 2005.....	97
Anexo 4. Clave taxonómica. Tomado de Moret P. 2005.....	98
Anexo 5. Clave taxonómica. Tomado de Moret P. 2005.....	99
Anexo 6. Parámetros usados por el programa BIOCLIM para generar los mapas de distribución de especies	100
Anexo 7. Registro anual de temperatura del Observatorio de Quito 1879-1880.....	101
Anexo 8. Estación meteorológica Cruz Loma años 1930-1984.....	102
Anexo 9. Tabla de coordenadas del Sitio Piloto Complejo Volcánico Pichincha (ECPIC) Iniciativa de Estudios Ambientales Andinos – CONDESAN.....	103
Anexo 10. Promedio de la temperatura mensual de la cima Ingapirca.....	104
Anexo 11. Datos de temperatura obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INHAMI).....	105
Anexo 12. Datos de precipitación obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INHAMI).....	106
Anexo 13. Fotografías de las especies capturadas en el área de estudio, con una pequeña descripción morfológica.....	107

1. RESUMEN

El Cambio Climático (CC) aunque tiene un origen natural puede también tener un origen antropogénico y es éste último el que nos concierne principalmente, pues las investigaciones demuestran que desde la era industrial los niveles de los gases de efecto invernadero (GHGs), entre los que tenemos dióxido de carbono (CO₂), óxido nitroso (NO₂) y metano (CH₄) han aumentado peligrosamente su concentración en el ambiente, esto a su vez ha provocado un calentamiento global de 2.4°C sobre las temperaturas anteriores a la era industrial.

El objetivo de ésta investigación fue estudiar cómo ha afectado el CC a las poblaciones de Carabidae (Coleóptera) en el Volcán Rucu Pichincha (Quito, Ecuador). Para lo cual se elaboró un gradiente altitudinal desde los 3305 hasta los 4708 msnm. Se establecieron 10 puntos de recolección a largo del gradiente los que cubrieron el subpáramo, páramo de pajonal y el superpáramo mixto y desértico.

Los muestreos fueron realizados en los meses de enero a julio del 2013, se recolectaron 314 especímenes, se describieron 8 géneros, 21 especies y un individuo que se logró identificar sólo hasta tribu. Para este trabajo se siguió la clave taxonómica de P. Moret.

Comparando con los datos anteriores de Moret 2005 y Whymper 1880 vemos que *Dyscolus rotundiceps* y *Pelmatellus colombianus*, actualmente se los encuentra en un rango altitudinal más alto que en el 2005 y en 1880.

Dyscolus alpinus, *Dyscolus orthomus*, *Dyscolus oopteroides* y *Dyscolus megacephalus* permanecen en el mismo rango altitudinal, pero el número de individuos para cada una de estas especies porcentualmente ha bajado.

Blennidus mucronatus y *Dercylus cordicollis* no sólo que han migrado de su rango altitudinal a uno más alto sino que su población porcentual ha disminuido en relación al 2005 y a 1880.

Como vemos la línea base elaborada ha arrojado datos importantes, por lo que sería conveniente continuar con este muestreo de Carabidae para estudiar el Cambio Climático a largo plazo.

Palabras clave: Andes, cambio climático, Carabidae, gradiente altitudinal, línea base, páramo, Pichincha.

2. ABSTRACT

Climate Change (CC) having a natural origin may also have an anthropogenic origin and is this one that concerns us mainly because researches show that since the industrial era, levels of greenhouse gases (GHGs), like carbon dioxide (CO₂) nitrous oxide (NO₂) and methane (CH₄) concentrations have increased dangerously in the environment, this in turn causes a global warming of 2.4° C above the previous temperatures.

The objective of this research was to study how the CC has affected the populations of Carabidae (Coleoptera) in the Rucu Pichincha Volcano, which is located near Quito, Ecuador.

Carabidae beetles were sampled in 10 sites, ranging from 3305 to 4708 m along a 1, 4 km gradient that covers the subpáramo, grass páramo and superpáramo.

Active collections were made between the months of January to July 2013, and yielded 314 specimens. For identification the taxonomic key of P. Moret was followed. We encountered 8 genera, 21 species and an individual which was identified only to the tribe.

Comparing with previous data from Moret 2005 and Whymper 1880 we found that *Dyscolus rotundiceps* and *Pelmatellus colombianus* are currently found in an altitudinal range higher than in 2005 and in 1880.

Dyscolus alpinus, *Dyscolus orthomus*, *Dyscolus megacephalus*, and *Dyscolus oopteroides* remain in the same altitudinal range, but the percentage of individuals for each of these species has decreased.

Dercylus cordicollis and *Blennidus mucronatus* not only have migrated from their altitudinal range to a higher one, but now their percentage of the total population has declined.

Finally we see that the baseline has yielded important data, so it would be appropriate to continue with this Carabidae sampling to study the effects of the long-term climate change.

Keywords: Altitudinal gradient, Andes, baseline, Carabidae, climate change, páramo, Pichincha.

3. INTRODUCCIÓN

3.1 GENERALIDADES

El cambio climático, es la modificación del clima con respecto a su historial global en una escala de tiempo, que puede ser una variabilidad del clima natural (Crowley & North 1988) aunque también tiene causas antropogénicas (Oreskes, 2004). Desde la era preindustrial a la actualidad se observa un incremento de los gases de efecto invernadero (GHGs), entre los que tenemos, dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4), esto provoca un calentamiento global de $2,4^\circ\text{C}$ ($1,4^\circ\text{C}$ a $4,3^\circ\text{C}$) sobre las temperaturas anteriores (Ramanathan & Feng, 2008).

La concentración de CO_2 atmosférico aumentó, de un valor preindustrial de aproximadamente 280 ppm, a 379 ppm en 2005. La concentración atmosférica de CO_2 aumentó solo 20 ppm durante los 8.000 años previos a la industrialización. Las variaciones a escalas de varias décadas o de siglos son menores de 10 ppm y probablemente, resultado de procesos naturales. Sin embargo, a partir de 1750, la concentración de CO_2 aumentó aproximadamente 100 ppm (IPCC, 2013).

El aumento de aproximadamente 1774 ppb de CH_4 en 2005 representa más del doble de su valor preindustrial. Las concentraciones atmosféricas de CH_4 variaron muy poco, entre 580 y 730 ppb, en los últimos 10 000 años, pero aumentaron alrededor de 1000 ppb en los últimos 200 años (IPCC, 2013).

Las concentraciones de N_2O en 2005 fueron de 319 ppb, aproximadamente un 18% más alto que su valor preindustrial. El óxido nitroso aumentó linealmente en un valor aproximado de 0,8 ppb año durante las últimas décadas (IPCC, 2013).

El calentamiento global está interfiriendo peligrosamente en las actividades humanas. El hielo Ártico se está desprendiendo, los glaciares de los Himalayas se están derritiendo así como la capa de hielo que cubre Groenlandia (Ramanathan & Feng, 2008). Todo esto

provoca la elevación del nivel del mar (Schellnhuber, 2008), con las consecuentes inundaciones de las ciudades costeras con pérdidas de bienes materiales y de vidas humanas.

El cambio de temperatura global superficial para el final del siglo 21 se prevé que superará $1,5^{\circ}\text{C}$ con respecto a un período entre 1850 y 1900 según el escenario más optimista. Según los escenarios más pesimistas el aumento podría exceder 2°C . Es muy probable que las olas de calor se produzcan con mayor frecuencia y duren más. Como la Tierra se calienta, se espera que las regiones húmedas reciban más precipitaciones, y las regiones áridas reciban menos, aunque habría excepciones (IPCC, 2013).

El cambio de temperatura superficial media global para el período 2081-2100 con respecto a 1986-2005 es probable que esté en el intervalo de $0,3^{\circ}\text{C}$ a $0,7^{\circ}\text{C}$. Esta evaluación se basa en múltiples líneas de evidencia y asume que no habrá grandes erupciones volcánicas o cambios drásticos en la irradiación solar total. Se espera que las temperaturas medias anuales y estacionales sean más altas en las zonas tropicales y subtropicales que en las latitudes medias (IPCC, 2013) (Anexo 1).

Es prácticamente seguro que serán más frecuentes las temperaturas extremas frías y calientes sobre la mayoría de las áreas de la tierra en escalas de tiempo diarias y estacionales, como las temperaturas medias globales. Es muy probable que se produzcan olas de calor con una frecuencia más alta y con una mayor duración. También continuarán ocurriendo fríos extremos en el invierno (IPCC, 2013) (Anexo 2).

Los países de la Comunidad Andina concentran el 95% de los glaciares tropicales del mundo, los cuales cubren una superficie estimada en $2,500\text{ km}^2$. El 71% de los mismos están ubicados en Perú, el 22% en Bolivia, el 4% en Ecuador y el 3% en Colombia. En todos ellos se observa un franco retroceso atribuible al calentamiento global (Francou & Vincent, 2007).

La contribución de los países andinos (Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú) al cambio climático es relativamente pequeña. Juntos, los cuatro países son responsables por menos del 0,6% de las emisiones globales de CO₂ (IPCC, 2013).

En Ecuador el retroceso de los glaciares por el Cambio Climático ha sido un proceso lento pero continuo, durante las dos últimas décadas se ha observado una importante aceleración del mismo. En el estudio de tres de las principales coberturas glaciales del Ecuador (Cotopaxi, Antisana, Chimborazo) se determinó que la nieve se ha reducido en un promedio de 38% durante los últimos 40 años (Cáceres, 2008).

3.2 RESPUESTAS DE LOS INSECTOS AL CAMBIO CLIMATICO

Los insectos al ser ectotermos, dependen de fuentes externas para la obtención de calor, por lo que son particularmente vulnerables al calentamiento por el CC y están expuestos a las fluctuaciones diarias de temperatura en su hábitat (Paaijmans, 2013).

Debido al CC los insectos y otros artrópodos terrestres han debido evolucionar con diversas adaptaciones para sobrevivir al medio ambiente cambiante. Principalmente por la gran dependencia de la temperatura y otros factores ambientales que presentan las fases larvarias y pupales, muchos insectos muestran respuestas muy evidentes frente al cambio climático, variando sus periodos de actividad anual y adelantando el periodo de aparición de los adultos. Por ejemplo, actualmente se tienen datos que indican que ya hay especies de mariposas que han adelantado hasta en siete semanas el periodo en que se les puede ver volar en los campos (UICN, 2013).

Otra respuesta de los insectos al CC es el desplazamiento de sus áreas de distribución hacia latitudes situadas más al norte, alcanzando localidades muy alejadas de las áreas en donde vivían hace tan sólo unas décadas (Régnière, 2009).

En uno de los grupos en donde se ha manifestado con mayor evidencia el desplazamiento de sus áreas de distribución, es en las mariposas diurnas (Ropalóceros), muchas especies presentes en países mediterráneos del Sur de Europa y Norte de África han llegado hasta 240 km hacia el Norte en el continente europeo. Este hecho no se puede atribuir tan sólo a un proceso simple de expansión de la especie, ya que supera significativamente las distancias de los procesos naturales de colonización de cualquier mariposa en un periodo de tiempo tan corto (Régnière, 2009).

Por último, muchas especies de insectos se pueden ver gravemente afectadas, inclusive llegar a la extinción, debido a su menor capacidad de dispersión al no poder volar. Como en el caso de muchos escarabajos, en los que los desplazamientos son mucho más lentos, y pueden migrar ante cambios ambientales que se produzcan de forma lenta y gradual, pero incapaces de responder ante rápidas alteraciones ambientales (Kearney, 2012).

En el caso de la mariposa *Parnassius apollo* de la familia Papilionidae que vive en la península Ibérica entre altitudes de 700 y 3000 m. Especies como ésta no podrán colonizar nuevas áreas situadas más al norte debido a que se encuentran en cadenas montañosas de disposición transversal que impiden su desplazamiento latitudinal, quedando por tanto recluidas a áreas reducidas y con la única posibilidad de emigrar hacia cotas de mayor altitud, viéndose abocadas a la extinción local cuando lleguen a la cima de la montaña (UICN, 2013).

3.3 LA FAMILIA CARABIDAE

La familia Carabidae fue constituida por Latreille, en 1802, época en que constaba de 29 géneros. Actualmente, los Carabidae cuentan con un número estimado de 33.000 especies descritas, distribuidas aproximadamente en 100 tribus y 1.860 géneros (Lorenz, 1998). Las modernas clasificaciones de los Carabidae incluyen grupos que anteriormente fueron

considerados como familias, tales como los Cicindelidae, Omophronidae, Paussidae y Rhysodidae (Erwin, 2002).

Los carábidos se reconocen por tener patas corredoras. El primer artejo de las patas posteriores que se une al tórax es grande y se emplaza al primer segmento abdominal (Borror *et al.*, 1989).

Otra característica importante es que tienen un par de glándulas internas en el abdomen, empleadas para producir sustancias químicas defensivas; estas glándulas fabrican fluidos con olores distintivos y poderosos. Varios linajes de carábidos como Brachinini y Paussini, los llamados “escarabajos bombarderos”, poseen la habilidad de arrojar sustancias químicas defensivas en forma de espray, las mismas que están a temperaturas de 55 a 100°C (Erwin *et al.*, 2002).

Los carábidos varían en longitud desde menos de 1 a 80 mm y son variables en forma, a pesar de que la mayoría son aplanados dorso ventralmente. La mayoría son negros o de colores oscuros y presentan élitros pulidos y brillantes, algunos son de colores llamativos o presentan patrones amarillos. Las antenas generalmente son largas y filiformes de 10 a 11 segmentos y las mandíbulas son grandes frecuentemente y proyectadas hacia adelante. Los ojos suelen ser grandes y prominentes. La mayoría de las especies no tienen escamas ni están cubiertas de sedas, a pesar de que todos tienen al menos algunas sedas táctiles sobre los élitros y el pronoto y también en el borde de los élitros (Stork & Paarman, 1992)

La mayoría de las especies tienen estrías elitrales claras, generalmente entre 7 y 10 por élitro y son más anchos cerca o en la base de ellos. Entre los carábidos hay especies que se distinguen por ser braquípteros, poseen el segundo par de alas reducido (Lövei & Sunderland, 1996). Estas especies por lo tanto no vuelan y están asociadas al suelo, hojarasca y corteza; se consideran de poco poder de dispersión, por lo que sus rangos de distribución geográfica son estrechos (Brandmayr, 1991).

Las larvas de Carabidae son terrestres, a diferencia de la mayoría de adéfagos, cuyas larvas son acuáticas (Thompson, 1979); la mayoría son campodeiformes, con patas, antenas y mandíbulas bien desarrolladas, activas y rápidas. Las larvas se caracterizan por ser alargadas, en general de márgenes laterales paralelas, ocasionalmente fusiformes, variando de muy convexas a deprimidas; cabeza, protergo y extremidad abdominal bien esclerotizados; poseen cinco segmentos en cada pata, con una o dos uñas; labro y clípeo fusionado con la frente; mandíbulas sin canal succional, sin posteca y con margen cortador simple; maxila con cardo corto o dos aros medios localizados en el mismo eje de los estipes, lóbulo externo insertado dentro de los estipes; ocho pares de espiráculos abdominales, más o menos del mismo tamaño (Costa *et al.*, 1988). En los Anexos 3,4 y 5 se presentan esquemas de la taxonomía de los Carabidae según Moret.

Los Carabidae son considerados depredadores generalistas, sin embargo en estudios más detallados de algunos grupos se ha demostrado que existen depredadores especialistas de algunos grupos como Collembola, larvas de mariposa, larvas de Endomychidae, áfidos, Psocoptera, huevos de grilloalpídeos y los estadios inmaduros de hormigas y termitas. Algunas especies son parasitoides verdaderos (su larva se desarrolla sobre un solo hospedero al cual le produce la muerte). Unas pocas especies son completamente herbívoras, principalmente de semillas, o pueden ingerir alimento vegetal si está disponible (Stork & Paarman, 1992). En el Anexo 13 se presentan fotografías de Carabidae adultos.

En el páramo durante todo el año es posible encontrar imagos, larvas del primer estadio y ninfas de Carabidae todos juntos en el mismo hábitat. Cada vez que se dispone de registros abundantes (caso de las especies más comunes en los páramos cercanos a Quito (*Incagonum aeneum*, *Dercylus cordicollis*, *Dyscolus alpinus*, *Dyscolus denigratus* o *Dyscolus diopsis*), es imposible diferenciar períodos de mayor o menor abundancia de

los adultos, esta falta de periodicidad en el ciclo de vida de los animales del páramo se debe a la falta de estaciones térmicas (Moret, 2005).

3.4 JUSTIFICACIÓN

Los insectos ante el cambio climático tienen diferentes respuestas, como hemos visto algunos se adaptan a las nuevas condiciones, las adaptaciones morfológicas tales como reducir el tamaño del cuerpo, se conocen a partir de un número de insectos alpinos, aumentando su posibilidad de encontrar microhábitats protegidos. La reducción del tamaño corporal en mariposas andinas *Phulia* spp es probablemente el resultado de su hábitat riguroso (Sømme, 2008). Vemos que la sobrevivencia de individuos pequeños puede aumentar en temperaturas mayores (Sheridan & Bickford, 2011).

La atrofia de las alas, también se conoce en insectos de otros ambientes extremos, esto está muy extendido en especies alpinas. En varios artrópodos terrestres la absorción de la radiación solar se incrementa por melanismo. El aumento de la pubescencia es una adaptación contra la pérdida de calor y se ha visto en mariposas alpinas y abejorros (Sømme, 2008).

Como otra respuesta de los insectos, se han notado cambios en la distribución y abundancia de especies animales asociadas al cambio en el clima.

Una premisa conocida en biogeografía es que el clima ejerce un control dominante sobre la distribución natural de la especies. Tenemos evidencia de los registros fósiles (Davis & Shaw, 2001) y las tendencias observadas recientemente (Hughes, 2000; McCarty, 2001; Walther *et al.*, 2002) nos muestran que el cambio climático tiene una profunda influencia en el rango de expansión y contracción de las especies. Por lo tanto se espera que el cambio climático tenga un impacto significativo en la distribución de especies (Pearson & Dawson, 2003).

Un estudio de 35 mariposas no migratorias en Europa ha mostrado que más del 60 % se han desplazado unos 35–240 km hacia el norte durante el siglo XX. El aumento de algunas especies de mariposas de bosques y de polillas en Europa Central en los primeros años de la década de 1990, incluyendo a *Lymantria dispar*, ha estado vinculado con el aumento en las temperaturas, igual que el desplazamiento hacia el polo de algunas especies de libélulas y alguaciles, cucarachas, saltamontes y langostas (IPCC, 2002).

En Borneo se realizó una investigación en polillas de la familia Geometridae, y se comprobó que éstas se habían desplazado altitudinalmente un promedio de 67 m en un período de 42 años (Chen *et al.*, 2009).

En Ecuador ya se han registrado algunas respuestas de los organismos a los efectos del CC, vemos que los cambios drásticos en las estaciones, provocan pérdidas en los cultivos agrícolas (Barragán *et al.*, 2011), el incremento en la temperatura influye en la biología de *Brevicoryne brassicae* y en su parasitoide (Moreno, 2013), tenemos además el ingreso de especies invasivas (Puillandre *et al.*, 2008).

Pero ¿cómo ha afectado el cambio climático la distribución geográfica de los insectos en Ecuador?

El hablar de insectos en general es muy complejo por lo que intentaré responder ésta pregunta elaborando una línea base biológica, con la que se evaluará al grupo de los Carabidae en el páramo del volcán Rucu Pichincha.

Los Carabidae son uno de los grupos de coleópteros mejor estudiados gracias a su diversidad, larga historia evolutiva, y amplia gama de comportamiento. (Erwin *et al.* 1979; Thiele, 1977) La familia Carabidae, comúnmente conocida como los "Escarabajos de suelo", es una de las diez familias más grandes de escarabajos y la familia más grande en el suborden Adephaga de coleópteros.

Los Carabidae son muy sensibles a los cambios ambientales, en el páramo mantienen su temperatura y humedad estables al esconderse bajo las rocas, paja o almohadillas. Si se los expone a temperaturas mayores o a menor humedad mueren rápidamente, es por esto que son ideales para realizar estudios sobre impactos ambientales. Especialmente en Europa esta familia es favorita en la comprensión de la respuesta de poblaciones a factores de presión antrópicas (Martínez, 2005). Esta potencialidad se ha explotado en aspectos de biogeografía, especialmente en la fauna del Páramo del Ecuador.

La elección de la familia Carabidae se debe a que su captura es relativamente fácil, ya que las especies de altura son terrestres e incapaces de volar, el número de especies conocidas en los páramos del Ecuador es alrededor de 204, lo que es muy conveniente y además hay un alto grado de endemismo en los carábidos de altura (Moret, 2005).

Los Carabidae mayoritariamente carnívoros, de hábitos nocturnos y tienen un papel importante en las comunidades de invertebrados de casi todos los ecosistemas del mundo. En el Ecuador su taxonomía y distribución están ampliamente estudiadas (Zapata, 1997; Moret, 2005) por lo que tenemos información del Rucu Pichincha, que es suficiente para establecer comparaciones entre la distribución actual y la de los años anteriores.

Además gracias a la acuciosidad de Edward Whymper, podemos comparar con los especímenes recolectados por él en 1880, en el Rucu Pichincha, durante su viaje por los Andes ecuatorianos,

Por último contamos con una gran colección de Carabidae del museo QCAZ de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Es por todo esto que se ha considerado que los Carabidae de altura son ideales para hacer un muestreo de Cambio Climático en una línea base de fácil aplicación.

3.5 OBJETIVOS

Mediante el marco conceptual presentado anteriormente el objetivo principal de ésta investigación es establecer una línea base de estudio sobre el impacto del Cambio Climático en poblaciones de Carabidae de altura.

Además se pretende establecer la distribución geográfica de poblaciones de Carabidae en el Volcán Rucu Pichincha. Utilizando los datos históricos se harán comparaciones entre la distribución de las poblaciones actuales y las de años anteriores.

La línea base se elaborará de tal manera que pueda ser utilizada para comparaciones futuras.

Con los datos obtenidos se generará un mapa de la distribución de las poblaciones de esta especie en el Pichincha y se utilizarán varios programas de modelamiento para comparar los resultados de las diferentes predicciones.

De ésta forma se espera contribuir al estudio del cambio climático en poblaciones de Carabidae de altura.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDIO

El Complejo Volcánico Pichincha está ubicado en la Cordillera Occidental de los Andes Ecuatorianos, inmediatamente al oeste de la ciudad de Quito Tiene tres cumbres que son el Guagua Pichincha (4794 msnm) que es activo y se encuentra a solo 11 km del centro de la ciudad, el Padre Encantado (4530 msnm) y el Rucu Pichincha (4708 msnm) (Monzier *et al.*, 2002).

El área de estudio está en el Volcán Rucu Pichincha en donde se elaboró un gradiente altitudinal de 1403 m, está entre los 3305 y los 4708 m de altitud. (Figuras 1, 2, 3,4 y 5).

El páramo es un ecosistema en los Andes, que se sitúa entre el límite superior del bosque y el límite de la nieve, es decir entre 3200 a 4900 m de altitud, se compone de tres ecosistemas:

1. El Subpáramo, es una zona de transición entre el bosque montano alto y el páramo, se caracteriza por la presencia importante de plantas leñosas, se encuentra entre los 3200 y 3800 m. En esta zona podemos encontrar las siguientes especies de plantas: *Barnadesia spinosa*, *Siphocampylus giganteus*, *Oreopanax andreanus*, *Castilleja nubigena*, *Diplostephium barclayanum*, *Baccharis latifolia*, *Hesperomeles obtusifolia*, *Gynoxyssodiroidi sodiroidi*, *Escallonia myrtilloides*, *Bidens andicola*, *Berberis pichinchensis*, etc. (Figura 6).
2. El Páramo de pajonal es el más extenso y va desde los 3400 a 4200 m está dominado por gramíneas amacolladas entre las que crece un diverso conjunto de plantas herbáceas, algunas postradas y algunas erguidas, que incluyen especies de los géneros *Halenia*, *Gentiana*, *Gentianella*, *Ranunculus*, *Geranium*, *Castilleja*,

Lupinus y *Valeriana*. Los arbustos pequeños esparcidos tales como *Chuquiraga jussieui*, *Baccharis caespitosa* y *Lupinus pubescens* también crecen en medio de las gramíneas (Sklenář & Jørgensen 1999) (Figura 7).

3. El Superpáramo incluye dos facies: el superpáramo mixto y el superpáramo desértico.
 - El superpáramo mixto, se encuentra entre 4100 a 4250 m y 4400 a 4500 m. Las macollas de gramíneas (géneros *Calamagrostis*, *Agrostis*) ya no son dominantes, forman asociaciones con plantas en almohadilla (*Azorella*, *Plantago*, *Aciacne*, *Xenophyllum*), plantas arrosetadas acaulescentes (*Lupinus*) y subarbustos de hojas pequeñas y coriáceas, en ocasiones pubescentes (*Loricaria*, *Chuquiragua*, *Pernettya*, *Baccharis*, *Diplostephium*, *Monti*). Son frecuentes también las matas de *Huperzia crassa* (Lycopodiaceae) (Figuras 8 y 9). La cubierta vegetal no es continua; tramos más o menos extensos de suelo desnudo aparecen entre las plantas. Las plantas almohadilladas ocupan un lugar importante en este tipo de vegetación, y no solamente en los lugares húmedos (Sklenář, 2001).
 - El superpáramo desértico situado por encima de 4400 a 4500 m, enfrenta condiciones más adversas: menos precipitaciones en forma de lluvia, temperaturas más bajas, heladas nocturnas constantes, irradiación solar más intensa, vientos fuertes y procesos cotidianos o casi cotidianos de soliflucción del suelo que dificultan el desarrollo de una vegetación estable. Según la inclinación de la pendiente, la topografía y la exposición a los vientos dominantes, la proporción de suelo desnudo varía entre 20 y 90 % (Sklenář, 2001) (Figura 11). Entre las plantas características del superpáramo desértico están *Nototriche phyllanthos*, *Astragalus geminiflorus*, *Azorella pedunculata*, *Culcitium nivale*, *Calandrinia acaulis*, *Ephedra americana* y *Xenophyllum rigidum* (Figura 10).

En cuanto a la composición botánica, vemos que ésta corresponde a la literatura citada y también a los registros de vegetación de Whymper, Humboldt y Moret. Para tener una visión más detallada sobre este aspecto biótico podemos remitirnos a los estudios de parcelas de vegetación y CC en el Pichincha, que son llevados a cabo por el proyecto GLORIA.

4.2 METODOLOGÍA

Los datos de pluviosidad y temperatura los obtuvimos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador, de la estación M024 Quito-Iñaquito, son datos desde los años 1975 hasta la actualidad.

También obtuvimos los datos de la estación de Cruz Loma, en la ladera oriental del Rucu Pichincha, a 3950 m de altitud, correspondientes al periodo 1930-1984.

Por último unos pocos datos de temperatura del proyecto GLORIA que tiene una red de 4 estaciones climáticas en el complejo volcánico Pichincha.

Se establecieron 10 puntos de muestreo a lo largo del transecto altitudinal, para cubrir el subpáramo, páramo de pajonal y páramo desértico. Las coordenadas geográficas y la altitud se presentan en la Tabla 1.

El trabajo de campo se realizó entre los meses de enero a julio del 2013, lapso que comprendió una época lluviosa y otra seca.

Se realizaron 8 salidas, la primera salida fue para hacer un reconocimiento del área y planificar el trabajo a realizarse. Al ver las dificultades que podría haber en el muestreo y para facilitar la captura se planificó colocar refugios y trampas.

Los refugios consistían en pedazos de tronco de alrededor de 25 cm de largo, se colocaron 10 troncos en cada punto de recolección, es decir se instalaron 100 refugios (Figura12).

Además se armaron y colocaron 10 trampas de carroña (Figura 13) en cada punto. En algunos puntos en donde la recolección fue verdaderamente difícil se colocaron 5 rocas de aproximadamente 15 cm de diámetro.

En los puntos 1 y 2 se trabajó alrededor de 4 horas en cada punto. En los puntos 4, 7 y 8 el tiempo de muestreo fue de 3 horas en cada uno. En el punto 5 se trabajó por 8 horas en cuatro diferentes días debido a la dificultad de este punto, que corresponde a pajonal. Por último en los puntos 3, 6, 9 y 10 sólo se requirió de 2 horas por punto.

Para la identificación taxonómica de especímenes de Carabidae, con una caracterización de cuerpo, cabeza, antenas, partes bucales, protórax, élitros y patas de cada individuo. Se utilizó la sistemática y clave de P. Moret (Anexos 3, 4 y 5).

Se utilizó el programa DIVA-GIS, que se emplea para analizar y crear mapas de distribución de especies. El DIVA-GIS puede ayudar a mejorar la calidad de los datos al encontrar las coordenadas de las localidades, empleando diccionarios geográficos y mediante la comprobación de coordenadas existentes. Utiliza superposiciones de áreas de los sitios de recolección con bases de datos disponibles para esto. Las funciones analíticas en DIVA-GIS incluyen el mapeo de riqueza y diversidad; mapeo de la distribución de rasgos específicos; y la identificación de áreas con diversidad complementaria. DIVA-GIS también puede extraer datos climáticos para todas las localidades en la tierra. Puede también emplearse para el análisis de autocorrelación espacial, y en modelamiento de nichos ecológicos utilizando los algoritmos BIOCLIM y DOMAIN con predicciones para climas presentes y futuros.

En este estudio usamos BIOCLIM que por medio del análisis de perfiles bioclimáticos determina teóricamente los límites probables de la distribución de una especie (Lindenmayer *et al.*, 1991). Una vez definidas las localidades con condiciones climáticas similares (homoclimas), es posible generar mapas que muestren la distribución potencial

de las especies. BIOCLIM requiere un modelo digital de elevación (MDE) del área de estudio y de un conjunto de puntos georreferenciados que representen sitios en donde está la especie. Con ellos genera un perfil bioclimático, que sintetiza las condiciones climáticas de los sitios analizados y los compara con los atributos climáticos de un conjunto de celdas generados por el MDE (Fisher *et al.*, 2001). Esta comparación permite determinar los sitios con clima adecuado en donde podrían encontrarse las especies estudiadas.

Las variables bioclimáticas utilizadas por BIOCLIM representan tendencias anuales (por ejemplo, la temperatura media anual, precipitación anual) estacionalidad (por ejemplo, la variación anual de la temperatura y precipitación) y factores ambientales extremos (por ejemplo, la temperatura del mes más frío y el más cálido). Estas variables se presentan en el Anexo 6.

5. RESULTADOS

Con datos obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador se elaboraron gráficos de temperatura media y precipitaciones correspondientes a la estación M024 Quito-Iñaquito.

Entre 1995 y 2005, que son los años durante los cuales P. Moret hizo sus colecciones de Carabidae en los páramos ecuatorianos, la temperatura media fue 14,9°C y la precipitación 91,6 mm. Entre el 2006 y 2013 la temperatura media es de 15,13°C y la precipitación 98,48 mm (Figuras 14, 15, 16 y 17).

Se recolectaron 314 individuos, distribuidos en los 10 puntos. Nuestros resultados muestran algunas variaciones, en cuanto a número y a la distribución geográfica, en relación con lo encontrado por Moret y Whymper anteriormente. Los resultados comparativos entre los años 1880, 2005 y 2013 se muestran en la Tabla 2.

Se obtuvo mejores resultados con una captura activa (Figura 18), las trampas de carroña y los refugios no fueron sistemas eficientes para la recolección.

Hubo mayor facilidad de muestreo a partir de los 4600 m, que corresponde a páramo desértico o arenal. Entre los 3305 y los 4000 m, el muestreo fue difícil, estas altitudes corresponden a subpáramo y a pajonal.

Se identificaron 8 géneros, 21 especies y un individuo que se logró identificar únicamente hasta tribu (Tabla 2). La distribución altitudinal se muestra en la Figura 19. De las especies encontradas, 10 se han mantenido estables en los rangos de altitud y abundancia en que se encontraban en el 2005. Ocho especies, mostraron una variación considerable en cuanto a número de individuos y/o distribución, en comparación a los datos de Moret del 2005 (Figura 20). En la Figura 21 se muestra la distribución de estas 8 especies en los 10 puntos de muestreo.

Las 8 especies de las cuales discutiremos son:

1. *Dyscolus rotundiceps* en el 2005 estaba representado sólo por un espécimen que se encontró entre los 4000 y 4200 m. Actualmente se capturaron 27 individuos entre los 4600 y 4708 m y uno a 4302 m (Figuras 22 y 23).
2. *Pelmatellus colombianus* es reportado por Whymper en 1880 como numeroso entre los 3600 y 3800 m. En el 2005 se recolectaron únicamente 4 individuos entre los 3600 y los 4000 m. En el 2013 se capturaron 22 especímenes de *Pelmatellus colombianus* entre los 3600 a 4400 m (Figuras 24 y 25).
3. *Dercylus cordicollis*, que en el año 2005 Moret reporta 68 individuos entre los 3800 y 4200 m, en el 2013 se capturaron 3 especímenes entre los 3600 a 4000 m y 3 entre los 4200 y 4708 m (Figuras 28 y 27).
4. En el 2005 se capturaron 90 individuos de *Blennidus mucronatus* entre los 4400 m y 4600 m, sobre esta altura eran muy escasos (2). En el 2013 su número casi no ha disminuido hay 80 individuos, sin embargo, 25 especímenes se capturaron entre 4600 y 4708m. (Figuras 28 y 29).
5. *Dyscolus orthomus* en el 2005 había 46 especímenes entre los 4200 m y 4600 m, en el 2013 se capturaron 5 entre los 4300 y 4708 m (Figuras 30 y 31).
6. *Dyscolus megacephalus* estaba representado por 36 individuos en el 2005, de éstos 23 especímenes estaban entre los 4000 m a 4708 m. En el 2013 sólo se capturaron 5, entre 4200 y 4708 m (Figuras 32 y 33).
7. Whymper en 1880 reporta numerosos *Dyscolus alpinus*, sin darnos una cifra. En el 2005 se encontraron 180 individuos entre los 3800 a 4200 m y en el 2013 aunque es uno de los mejor representados, bajó ostensiblemente su número, pues sólo se recolectaron 32 entre los 3653 m y 4302 m (Figuras 34 y 35).

8. *Dyscolus oopteroides* era la especie más abundante en el 2005 con 196 individuos, que se encontraban entre los 4400 y 4600 m, ocurrían en menor número a más altura. En el 2013 aunque se encuentra entre los más abundantes su número es muy inferior, pues sólo se encontraron 36 individuos y 10 de ellos se encuentran en los 4708 m (Figuras 36 y 37).

La Figura 39 muestra el número de individuos recolectados de las 8 especies en las cuales se evidencia un cambio entre el 2005 y el 2013.

Se mencionan brevemente 4 especies que presentan algunos hechos importantes, éstas son:

1. *Oxitrechus guaguanus* que es una especie típicamente orófila, en el 2005 estaba representada por 12 especímenes entre los 4000 m y 4600 m, en el 2013 no se capturó ninguno.
2. *Bembidion fulvocinctum* durante el año 2005 fueron capturados 59 individuos entre los 3800 y 4600 m, en el año 2013 encontramos 42 individuos entre los 4000 y 4708 m, 6 de los cuales estaban a sobre los 4600 m.
3. *Notiobia peruviana* no fue capturado por Moret, en este trabajo encontramos un ejemplar a los 4210 m, sitio que corresponde a pajonal y que fue uno de los más difíciles de muestrear, este individuo se lo encontró bajo una roca que se había llevado para que actúe como refugio.
4. Se encontró también un solo individuo de la tribu Lebiini a los 3887 m, este punto es un ecotono entre subpáramo y páramo de pajonal, en el 2005 no tenemos ningún registro de esta tribu.

Pudimos ver además que algunos ejemplares recolectados durante este trabajo, presentaban hongos en su exoesqueleto, que corresponden al orden Laboulbeniales, hongos que están

presentes en insectos y algunos artrópodos, éstos casos fueron encontrados especialmente en individuos de *Blennidus mucronatus* y *Bembidion fulvocinctum*, en el punto 9. Representan una opción interesante para incluir en el futuro, un eslabón en la cadena trófica que pueda explicar las influencias del CC (Fig. 38).

Las fotografías de las especies recolectadas y una breve descripción de cada una se presentan en el Anexo 13.

6. DISCUSIÓN

Tenemos evidencia de que en 1880 existía nieve en la cumbre del Pichincha “Los lechos de nieve tenían grietas algo numerosas; a pesar de que la cima de la montaña apenas llega a la línea de las nieves eternas” (Whympers, 1880). Existe también un registro anual de temperatura del Observatorio de Quito para la misma fecha, según el cual la temperatura máxima promedio era de 22,5°C, la mínima promedio de 6,08°C con una temperatura media de 14, 29°C (Anexo 7). Esta temperatura es para la ciudad de Quito, el único registro de la época para la cumbre del Rucu Pichincha también está dado por Whympers “el *mínimum* de la temperatura durante la noche fue de 29 ° Faht.” (-1,6°C).

Aunque no tenemos un registro exacto, desde hace muchos años, sabemos que no hay nieve en el Pichincha. En todas las salidas que realizamos, inclusive hasta la cumbre a 4708 m nunca vimos nieve, ni aún en la época lluviosa. Lo que se pudo observar fue lluvia y granizo, que sólo duraban algunas horas.

El sitio más alto en donde se han tomado medidas fiables de pluviosidad y temperatura es la estación de Cruz Loma, en la ladera oriental del Rucu Pichincha, a 3950 m de altitud. El promedio anual de precipitaciones, medido durante el periodo 1930-1984 asciende a 1814 mm. La temperatura media máxima absoluta a 12°C y la temperatura media mínima absoluta a 0,6°C (Acosta-Solís 1984) (Anexo 8).

El proyecto GLORIA tienen una red de 4 estaciones climáticas en el complejo volcánico Pichincha, su localización y altitudes se presentan en el Anexo 9. Hay una estación que tiene una línea temporal de datos climáticos de más de un año, vemos los resultados en el Anexo 10. En el futuro se contará con información climática actualizada y se espera que esté a disposición de la comunidad en general.

Tenemos el registro de Whympers de $-1,6^{\circ}\text{C}$, durante la noche en el Pichincha. De los datos que pudimos recolectar, tanto de Acosta-Solís como del proyecto GLORIA, no vemos un registro tan bajo en ningún año.

De acuerdo a los datos que hemos podido obtener podemos ver que la temperatura actual en Quito se incrementó $0,84^{\circ}\text{C}$ con respecto a 1880 y $0,23^{\circ}\text{C}$ con respecto a la década de 1995 al 2005. Se toma en cuenta esta década porque es el tiempo en el que Moret, realizó sus colecciones de Carabidae en el Ecuador (Anexos 11 y 12).

La variabilidad de temperatura en los Andes Tropicales depende principalmente de dos aspectos: el gradiente altitudinal y la humedad del aire, ambos determinados por el clima local. La tasa de cambio en el promedio de temperatura con respecto a la altitud está típicamente entre $0,6$ a $0,7^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ (van der Hammen & Hooghiemstra, 2000; Castaño, 2002). Lo que fue evidente por lo riguroso del clima, durante el trabajo en la zona de cumbre.

Para hacer cualquier estudio de la biodiversidad de los Carabidae del páramo, se requieren datos corológicos abundantes, precisos y contrastables. Pero, por múltiples razones existe heterogeneidad de las informaciones proporcionadas por una larga nómina de colectores a lo largo de 150 años, la diversidad de los métodos seguidos en los muestreos y la diferencia de intensidad de los muestreos en distintos páramos (Moret, 2005). Al comparar nuestros resultados con los de Whympers y los de Moret nos encontramos con las mismas dificultades que tuvo él, pues no hay localización exacta de los especímenes reportados, inclusive por él, no hay fechas y el tiempo que ha tomado cada investigación, es diferente. Es por esto que la elaboración de ésta línea base es muy importante, ya que puede ser el punto de partida para hacer un estudio de CC a largo plazo, debido a que hemos estandarizado el muestreo con metodología y coordenadas geográficas exactas.

Un meta-análisis de los cambios en los límites de rango en el Hemisferio Norte estima que los límites altitudinales del norte y la parte superior se ha desplazado, en promedio 6,1 km por década hacia el norte o 6,1 m por década hacia arriba ($P < 0.02$) (Parmesan & Yohe, 2003). En nuestro caso incluso hemos encontrado dispersiones mayores de hasta 500 m en *Dyscolus rotundiceps*, 400 m en *Dercylus cordicollis* y de 200 m en *Pelmatellus colombianus*, estas migraciones se han dado en las 2 o 3 últimas décadas. Sería muy interesante hacer un estudio igual en las otras montañas del Ecuador, para ver cuál es la situación en cada una y globalmente en el país.

Se hizo un análisis de los registros meteorológicos de 268 montañas entre 1°N y 23°S a lo largo de los Andes tropicales. Los resultados indicaron un incremento de temperatura de 0,11°C/década, cuando globalmente es 0,06°C/década. (Bradley *et al.*, 2006). Dichos cambios en temperatura son suficientes para causar alteraciones significativas en procesos ecosistémicos, en los rangos de distribución de especies nativas, en la composición de las comunidades y en la disponibilidad de agua (Buytaert *et al.*, 2011). Como es el caso de las larvas de Lucanidae que han subido en su rango altitudinal en los últimos 20 años, en rangos que van de los 100 a 200 m (Onore, 2008).

En nuestro estudio el ejemplo más claro de migración altitudinal, se ve en *Dyscolus rotundiceps*, pues en el 2005 se reportó sólo un individuo (que representaba 0.13% de la población total descrita por Moret en el Pichincha) entre los 4000 y 4200 m. En el 2013 se capturaron 27 individuos (3,47%) entre los 4605 y 4708 m, se encontraron bajo piedras grandes, en donde se había acumulado musgo y humedad. Podemos ver que además de migración existe un aumento en su número (Figuras 22 y 23).

Pelmatellus se caracteriza por tener su máximo de diversidad en una zona de altitud más baja, entre 3600 y 3800 m. Es más frecuente en los páramos semiáridos xeromorfos y en los matorrales secos o bosques claros del Callejón interandino (Moret, 2005). En este

estudio encontramos 18 individuos de *Pelmatellus colombianus* entre 3979 m y 4210 m, puntos que corresponden a la transición entre subpáramo y el páramo de pajonal. En el 2005 se encontraron sólo 4 individuos entre los 3600 y 4000 m, lo que indica que *Pelmatellus colombianus* al cambiar de rango altitudinal cambió también su hábitat y probablemente su nicho ecológico. Esta observación se hizo el momento de la recolección, porque se los encontró bajo rocas en sitios más bien húmedos.

Los géneros con un máximo de diversidad en el bosque montano son: *Incagonum*, *Glyptolenoides*, *Dercylus* y *Lebia*. Éstos nunca alcanzan el superpáramo llegando a un techo aparentemente insalvable entre 3800 y 4200 m (Moret, 2005). A pesar de lo que nos dice Moret, hemos encontrado 2 individuos de *Dercylus cordicollis* a 4302 m y uno a 4605 m que corresponde al superpáramo. De los 6 recolectados (1.91%) sólo 3 se han mantenido en el rango descrito por Moret, a más de esto su número ha disminuido de 72 (9,27%) individuos a 6 (0,77%). *D. cordicollis* está entre los Carabidae más grandes del páramo con una talla de 14 a 18 mm, por lo que son muy fáciles de encontrar. Todos estos resultados se pueden apreciar en las Figuras 26 y 27.

En Borneo, hay un calentamiento regional de 0°7C, que podría provocar un desplazamiento altitudinal de hasta 127 m, de las polillas de la familia Geometridae (Chen *et al.*, 2009). En el 2005 *Blennidus mucronatus*, que es una especie microendémica para el Pichincha, era abundante entre los 4000 y 4600 m con 93 individuos (12%) y entre los 4600 a 4708 m sólo se reportaban 2 (0,2%) individuos, hoy vemos que su número se mantiene casi igual con 80 individuos en total, pero de éstos, 25 (7,96%) especímenes se recolectaron entre los 4600 a 4708 m. Por lo que ésta especie también ha cambiado su rango altitudinal.

Dos especies que se encuentran con cierta frecuencia en los superpáramos mixtos de la misma área geográfica son: *Dyscolus megacephalus* y *Dyscolus orthomus*. En sectores húmedos o muy húmedos de la Cordillera Oriental (Cayambe, Guamaní), estas dos especies están presentes, y a veces incluso dominantes, en la franja superior del páramo medio. En sectores más secos (Pichincha, Corazón, Illiniza, ladera norte del Cotopaxi), no bajan del superpáramo (Moret, 2005). En nuestro caso, aunque éstas 2 especies han mantenido su hábitat en el superpáramo, su número bajó de 36 (4.63%) a 5 (1.59%) individuos, en *Dyscolus. megacephalus* y de 46 (5.92%) a 5 (1.59%) individuos en *Dyscolus orthomus*.

Moret realizó su investigación sobre Carabidae de altura en el Ecuador por 10 años en los cuales capturó 777 individuos para el Pichincha, mientras que esta investigación demoró 7 meses y se reportó 314 individuos.

Sin embargo, en base a todas las investigaciones estudiadas y citadas anteriormente y en base a los resultados obtenidos podemos decir que algunas especies de Carabidae han migrado a mayores altitudes. En este estudio observamos que el número de individuos capturados, en el rango de los 4600 m a 4708 m es mayor que en 2005. Lo mismo ocurre entre los 4200 m a 4400 m, estos valores se presentan en las Figuras 19 y 20.

Dyscolus alpinus se perfila como una especie característica del subpáramo y de la zona de transición bosque-páramo, cuya abundancia disminuye conforme aumenta la altitud, no llegando nunca al superpáramo (Moret, 2005). *Dyscolus alpinus* se ha mantenido en el páramo y el subpáramo, pero su abundancia ha bajado drásticamente pues en el 2005 con 185 individuos representaba el 23,8% de la población total, hoy con 32 individuos representa el 10,19%. Otra especie abundante en el 2005 era *Dyscolus oopteroides*. Moret reportó 196 individuos (25.23%) entre los 4200 a 4708 m. En el 2013 se encuentra sólo 36 (11.46%) en este mismo rango de altitud. Con éstas 2 especies se debería hacer un

estudio más detallado pues al ser especies mesófilas y euritópicas (Moret, 2005), no se esperaría que su número decrezca así.

Considerando que hay una tendencia global para la reducción de la diversidad de especies, que es evidente a partir de 4200 m hacia arriba, se observa una situación completamente diferente para los Carabidae, en el páramo herbáceo, entre 3400 y 4200 m, la riqueza de especies alcanza las puntuaciones más altas (Moret, 2009).

Incluso en el superpáramo, un pico menor de diversidad puede ser detectado entre 4200 m y 4400 m, que se caracteriza por una disminución de las especies no endémicas y una ligera recuperación de las microendémicas (Moret, 2009). Para este estudio ha sido de vital importancia el punto 6 a 4302 m (Figura 8), donde se identificaron 10 especies. Éste es un ecotono entre el pajonal y el superpáramo mixto, donde existe la mayor diversidad de todo el transecto. En este punto ocurren 6 de las 10 especies descritas por Moret para el género *Dyscolus* en el Pichincha. Por la importancia de este punto, creo que se debería, realizar un estudio para encontrar la razón de este pico de diversidad. Que podría deberse a un efecto de borde, ya que es un ecotono o a un disturbio intermedio, por estar en una zona en la que hay efectos antropogénicos que afectan al ecosistema.

El género mejor representado, tanto actualmente, como en el 2005, es *Dyscolus*, con 10 especies y también es uno de los de mayor abundancia. Esto puede deberse a que los *Dyscolus* son los más resistentes a la desecación, lo que podría explicar, al menos parcialmente, el gran éxito de este género en la colonización del páramo, tanto en Venezuela como en Colombia y en el Ecuador (Moret, 2005).

Muy pocos estudios han investigado la estacionalidad de los insectos andinos. En Ecuador las polillas de la familia Arctiidae mostraron poca estacionalidad mientras que las polillas geométridas duplicaron su abundancia de la estación húmeda a la seca (Hilt *et al.* 2007). Sin embargo, solo unas pocas especies experimentaron fuertes cambios en su abundancia y

la mayoría estuvo presente en fase adulta todo el año. La riqueza y abundancia de especies de escarabajos coprófagos en un sitio fueron independientes de la precipitación durante todo el año (Escobar & de Ulloa 2000).

Aunque se disponga de registros abundantes para las especies de Carabidae más comunes en los páramos cercanos a Quito (*Incagonum aeneum*, *Dercylus cordicollis*, *Dyscolus alpinus*, *Dyscolus denigratus* y *Dyscolus diopsis*). Es imposible diferenciar períodos de mayor o menor abundancia de los adultos (Moret, 2005). Esta es otra de las razones por las cuales la elaboración de la línea base es muy importante, no sabemos mucho sobre la biología de los Carabidae y mantener este estudio a largo plazo nos ayudará a conocer más sobre ellos. Aunque actualmente se piensa que en los Carabidae no existe periodicidad en el ciclo de vida, se revisó los especímenes del museo QCAZ para comparar las fechas de recolección y vimos que los especímenes habían sido recolectados a lo largo del año, no se puede decir que haya sido en alguna estación climática especial.

En los Carabidae alpinos y boreales, el rufinismo, que es una coloración rojiza, se ha explicado como un medio para facilitar el calentamiento del insecto, ya que un tegumento menos quitinizado deja pasar una mayor cantidad de radiaciones solares (Sømme, 1989). Esta explicación no es válida para los Carabidae del superpáramo, ya que son especies que evitan al máximo exponerse a los efectos letales de la irradiación solar. El calentamiento brusco y excesivo, les produciría una deshidratación acelerada y la muerte (Moret, 2005).

En este trabajo, alrededor del 80% de los individuos recolectados en los puntos 9 y 10, es decir desde los 4605 a los 4708 m, muestran una coloración rojiza. Ésto se observó principalmente en *Dyscolus diopsis*, *D. rotundiceps* y *Blennidus mucronatus*. Como vimos esta coloración se denomina rufinismo y es una adaptación fisiológica de algunos Carabidae para facilitar el calentamiento del insecto. Aunque según Moret en los Andes

esta explicación no es aceptable. Y habría que buscar una mejor respuesta para ésta adaptación.

En la clave taxonómica de Moret, el color de éstas 3 especies va de negro píceo a parduzco, sólo *B. mucronatus*, podría tener partes rojizas, éste cambio de coloración inicialmente dificultó la identificación de las 3 especies, hasta que observamos y concluimos que, efectivamente, había un cambio en su coloración.

Para hacer un estudio más detallado de ésta adaptación se pueden utilizar técnicas fotográficas y el programa *Image J* (Image Processing and Analysis in Java) (Rodríguez, 2010) con el que podríamos determinar el grado de cambio al rufinismo.

En un biotopo, las poblaciones tienden a concentrarse en pequeños grupos alejados los unos de los otros, este fenómeno se observa en mayor o menor grado en todos los géneros, pero es especialmente en *Dyscolus*. La distribución fragmentada y el gregarismo de la mayoría de las especies permiten una repartición más equilibrada de los recursos tróficos con la menor competencia posible (Moret, 2005). Durante nuestro trabajo de captura activa, también se observó esta tendencia al gregarismo fue común al levantar algunas piedras no encontrar nada. Sin embargo, en la misma área, bajo una sola piedra se podían encontrar 15 o 20 individuos reunidos bajo el mismo refugio.

6.1 MAPAS DE DISTRIBUCION

En los mapas de distribución no es posible determinar cuánto sobreestima el modelo las áreas de distribución potencial. Sólo con trabajo de campo se podría determinar qué tanto el sistema extiende más allá de los límites reales la distribución de cada especie. Sin embargo, los resultados sugieren que el programa BIOCLIM predice de manera satisfactoria la distribución potencial de los Carabidae estudiados.

Algunos autores sugieren el uso mínimo de 50 localidades con sus coordenadas geográficas bien determinadas (Peterson, 2001) para obtener buenos resultados. Para la elaboración de estos mapas se utilizaron 45 localidades de Moret 2005, ubicadas en la cordillera oriental y occidental. Los mapas se presentan en las Figuras 27, 28, 29 y 30.

Podemos ver que *Dyscolus alpinus*, *Dyscolus megacephalus*, *Dyscolus rotundiceps* y *Pelmatellus colombianus*, en el futuro amplían un poco su distribución en la provincia de Pichincha y hacia la del Napo, esto correspondería a la Reserva Cayambe-Coca.

Mientras que *Dyscolus orthomus*, *Dyscolus oopteroides* y *Dercylus cordicollis*, prácticamente desaparecen en el futuro (2060).

No se realizaron modelamientos para nuestra área de estudio, debido a que espacialmente es muy pequeña, pero los resultados obtenidos con los datos de Moret, para el futuro son muy parecidos a los que se obtuvo en el muestreo realizado en el Pichincha.

Dyscolus rotundiceps y *Pelmatellus colombianus* aumentaron su abundancia desde los muestreos de Moret, hace 20 años, mientras que *Dyscolus orthomus*, y *Dyscolus oopteroides*, redujeron drásticamente su población al igual que *Dercylus cordicollis*.

Existe una discrepancia en *Dyscolus alpinus* y *Dyscolus megacephalus*, pues según los mapas vemos que aumentan su distribución en el futuro, pero en nuestra línea base en el Pichincha vemos que su abundancia cayó considerablemente.

Aunque como hemos dicho la línea base elaborada, cubre un área espacialmente pequeña, creemos que es de mucha utilidad para estudios de CC futuros, por varias razones, entre las que tenemos:

- Es un sitio cercano y por lo tanto fácilmente accesible.
- No se requiere de un presupuesto elevado para hacer los muestreos.
- Al dejar la metodología estandarizada, este proyecto es replicable en el tiempo, para hacer estudios a largo plazo de CC.

- Se han dejado claves taxonómicas exactas, para que sea más fácil la identificación de los Carabidae del Pichincha.
- Al estar junto a Quito, este proyecto debería ser de interés para las autoridades ambientales de la ciudad.

Los mapas de distribución para el presente y el futuro para cada especie se pueden ver en las Figuras 40, 41, 42, 43, 44, 45 y 46.

6.2 LINEA BASE

Como vemos la metodología que se había previsto no se cumplió y tampoco se pudo estandarizar la recolección para todos los puntos, sin embargo al haber terminado este trabajo, estamos en la capacidad de proponer una metodología estandarizada, pues ahora conocemos exactamente las características ecológicas de cada punto, que tipo de refugios son los óptimos, los ecotonos en los tenemos mayor abundancia, mayor diversidad y sabemos con qué especies se debería continuar un estudio de CC a largo plazo.

La metodología propuesta para el muestreo de Carabidae, a largo plazo, en el Rucu Pichincha es la siguiente:

- Como primer punto es esencial colocar dataloggers o mini estaciones meteorológicas, porque como ya se ha insistido conseguir estos datos fue la parte más problemática del proyecto. Por lo tanto podemos obtener datos de temperatura, humedad relativa y pluviosidad.
- El muestreo se debe realizar a intervalos regulares, podría ser el primer sábado de cada mes.
- Hacer una captura activa para muestrear los puntos 3, 6, 9 y 10. Las altitudes y coordenadas exactas constan en la tabla 4.

- Tomar las lecturas de temperatura, humedad relativa y pluviosidad.
- El tiempo de muestreo debe ser de una hora, en este tiempo se pueden colectar alrededor de 30 individuos en cada punto.
- El trabajo de campo debe comenzar a las 8h00, el punto 3 está a 10 minutos de la estación de arribo del teleférico. El punto 6, se encuentra a 60 minutos del punto 3. Del punto 6 al punto 9 hay 1h30 y de aquí al punto 10, existen 20 minutos de camino.
- Tenemos 4 horas de trabajo y 3 horas de desplazamiento, por lo tanto el trabajo se terminaría alrededor de las 3 de la tarde. Para evitar el mal clima en la cumbre, lo mejor es comenzar el trabajo por el punto 10 y luego descender a los otros puntos que están a menor altura.
- Una vez que se está en los puntos de muestreo se procederá a levantar 20 rocas para hacer una captura activa, Buscar las rocas hasta en un perímetro de 10m alrededor de las coordenadas dadas. Se llenará una ficha con datos de captura de cada punto (Tabla 5).
- Al levantar las rocas hay que tener especial cuidado, ya que muchas veces los Carabidae se quedan en los bordes de la roca levantada y no se los ve, esto especialmente para especies pequeñas como *Bembidion* y *Oxitrechus*.
- Cuando se levanta la roca se debe estar muy alerta, ya que los Carabidae tienden al gregarismo y si no se está listo, se escaparán muchos individuos. Hay grupos de 15 o 20 individuos bajo una sola roca.
- También es mejor levantar la roca hacia el sol, porque normalmente brillan y es más fácil encontrarlos, además por la luz repentina se quedan estáticos por unos segundos, lo que se aprovecha para la captura, ya que son muy rápidos.

- Luego del muestreo, tenemos el cuidado de dejar la roca exactamente como estaba.
- Hacer observaciones del hábitat en donde se encuentran los Carabidae. También buscar larvas de Carabidae y otros insectos.
- Una vez que se tenga el material en el laboratorio, identificarlo siguiendo la clave de Moret, montarlo y guardarlo. Se deberá llenar unas fichas para el control de los muestreos a lo largo del año, para esto se sugieren las tablas 6 y 7, las que nos ayudarán a tabular después los resultados.

7. CONCLUSIONES

- Con los datos de temperatura que hemos obtenido, vemos que la temperatura y la precipitación en el área si variaron en estos últimos años, lo que concuerda con todos los estudios que se han realizado sobre CC en los Andes tropicales.
- Es evidente la migración de *Dyscolus rotundiceps* y *Pelmatellus colombianus* hacia rangos de altitud mayores, que los registrados anteriormente.
- En *Dyscolus rotundiceps* a más de constatar una migración, vemos un drástico aumento de abundancia desde el 2005.
- En *Blennidus mucronatus*, *Dercylus cordicollis* y *Dyscolus orthomus* vemos una reducción en su número y también un desplazamiento hacia rangos altitudinales más altos.
- La abundancia de *Dyscolus alpinus*, *Dyscolus oopteroides* y *Dyscolus megacephalus* disminuyó en porcentaje al número reportado en el 2005.
- *Dyscolus rotundiceps* y *Blennidus mucronatus*, presentan rufinismo.
- En el punto 6 a 4302 m ocurren 10 especies, por tanto es el de mayor diversidad del transecto.

8. RECOMENDACIONES

- Una vez que se ha levantado esta línea base se debería continuar con este estudio de CC, ya que los resultados obtenidos, nos han dado una pista muy clara de que ha habido cambio en la distribución geográfica de las poblaciones de Carabidae en el Pichincha.
- Los puntos en los que se debería realizar el estudio son los puntos 3, 6, 9 y 10. El punto 3 corresponde a un ecotono entre subpáramo y pajonal. El punto 6 es un ecotono entre pajonal y páramo mixto. En estos 2 puntos se observó ocurrencia de mayor número de especies sobre todo en el punto 6 que es el de mayor diversidad de todo el transecto, con 10 especies encontradas en este sitio.
- Los puntos 9 y 10 también son importantes porque es en estos en donde hemos encontrado especies que anteriormente no se encontraban a esta altitud.
- Sería indispensable instalar dataloggers en los puntos mencionados arriba, para así generar datos meteorológicos precisos para el área de estudio. Porque como hemos visto la principal dificultad de este proyecto fue recolectar datos climáticos de la zona.
- Como ya tenemos áreas bien definidas, se debería muestrear de manera sistemática y a intervalos regulares, para poder conocer mejor la biología de los Carabidae de altura.
- Este estudio de CC, se debería complementar con estudios similares en otros páramos del Ecuador, para así tener una visión global de la población de Carabidae en el país.
- Para un estudio futuro y a largo plazo, teniendo como punto de partida la línea base que hemos elaborado, se debería usar la metodología estandarizada que presentamos en este proyecto.

9. GLOSARIO

Abundancia: Número de individuos de una determinada especie en una población determinada.

Cambio Climático: El cambio climático, es la modificación del clima con respecto a su historial global en una escala de tiempo, que puede ser una variabilidad del clima natural aunque también tiene causas antropogénicas.

Corología: La corología es una de las ciencias auxiliares que forma parte de la Biogeografía. Se ocupa de estudiar el área de distribución de los organismos y de la determinación de una serie de corotipos comunes a muchos de ellos.

Corotipos: Ejemplos de corotipos son las regiones, Holártica, Paleártica, Neotropical, etc.

Ecotono: Es la zona de transición entre dos o más comunidades ecológicas (ecosistemas) distintas.

Euritópicos: Se refiere a un organismo con amplio rango de distribución geográfica

Fenología: Es la ciencia que estudia la relación entre los factores climáticos y los ciclos de los seres vivos.

Gradiente Altitudinal: A medida que aumenta la altitud, se produce un gradiente de condiciones más frías y secas.

Mesófilos: El hábitat de los organismos mesófilos incluye el suelo, el cuerpo de un animal, etc. Tiene una temperatura óptima de crecimiento de entre 15 y 35 °C.

Microhábitat: Un hábitat muy localizado, a pequeña escala, como un tronco de árbol o un animal muerto.

Orófilo: Propio de montañas o que las prefiere como localización.

ppm: Partes por millón.

ppb: Partes por billón.

Troglonio: Es un animal que ha evolucionado adaptándose a la vida troglodita o cavernícola, en cuevas.

Xeromorfos: Plantas con características adecuadas a los hábitats muy secos o áridos. Las plantas xeromorfas tienen adaptaciones tales como hojas suculentas, gruesas cutículas, u otras que les permiten evitar la pérdida de agua.

10. LITERATURA CITADA

- Acosta-Solís, M., 1984. Los páramos andinos del Ecuador. Publicaciones Científicas Más, Quito. 220 pp.
- Barragán, A. R., Menéndez, P., Terán, P., Moreno, E., Mora, P., Zamorano, A. 2011. Cambio Climático y plagas agrícolas. Informe final Proyecto SENECYT.
- Bates, H.W., 1891. Coleoptera. In: Whymper E., Supplementary Appendix to Travels amongst the Great Andes of the Equator, London, and Murray: 7-39.
- Borror, D. J., C. H. Triplehorn & N. F. Johnson. 1989. An introduction to the study of Insects. Sixth Edition Saunders College Publishing, Philadelphia. 875 pp.
- Bradley, R., M. Vuille, H. Diaz, & W. Vergara. 2006. Threats to water supplies in the tropical Andes, Science, 312, 1755.
- Brandmayr, P. 1991. The reduction of metathoracic alae and of dispersal power of carabid beetles along the evolutionary pathway into the mountains. Form and function in zoology. Pp. 363-378. En: Lanzavecchia G. & Valvassori R. (eds.). Selected symposia and Monographs V.Z.I., 5, Mucchi, Moden.
- Buytaert, W., Celleri, R., Timbe L. 2009. Predicting climate change impacts on water resources in the tropical Andes: the effects of GCM uncertainty. Geophysical Research Letters 36: L07406.
- Buytaert, W., Ramírez-Villegas J. 2012. Generación de escenarios desagregados del cambio climático para los Andes Tropicales. En: Cuesta F., Sevink J., Llambí L. D., Bièvre B. D. & Maldonado G. (eds.). Contribución al estado del conocimiento y conservación de los Páramos Andinos. Libro de

- Investigación del Proyecto Páramo Andino. Condesan, Universidad de Amsterdam, Universidad de Wisconsin. Quito.
- CAN 2008. El Cambio Climático no tiene fronteras. Impacto del Cambio Climático en la Comunidad Andina.
http://www.comunidadandina.org/public/libro_cambioclimatico1.pdf
- Cáceres, B., 2008. Upgrade of the inventory for the Glaciers of Ecuador. WGMS Fog 92000-2005.WGMS-UNESCO-PHI.
- Castaño, C. 2002. Páramos y Ecosistemas Altoandinos de Colombia en Condición Hotspot y *Global Climatic Tensor*. IDEAM: Bogotá.
- Costa, C., Vanin S.A. & Casari-Chen S.A. 1988. Larvas de Coleoptera do Brasil. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, Brasil, 282 pp. 165 pls.
- Crowley, T., North G. 1988 «Abrupt climate change and extinction events in Earth history» *Science* 240 (4855): 996-1002, doi: 10.1126/science.40.4855.996, ISSN 1095-9203.
- Cuesta, F., P. Muriel, S. Beck, R. I. Meneses, S. Halloy, S. Salgado, E. Ortiz & M.T. Becerra. (Eds.) 2012. Biodiversidad y Cambio Climático en los Andes Tropicales - Conformación de una red de investigación para monitorear sus impactos y delinear acciones de adaptación. Red Gloria-Andes, Lima-Quito. Pp 180.
- Davis, M.B. & Shaw, R.G. 2001 Range shifts and adaptive responses to Quaternary climate change. *Science*, 292, 673 – 679.
- Erwin, T. 2002. The Beetle Family Carabidae of Costa Rica: Twenty-nine new species of Agra Fabricius 1801 (Coleoptera: Carabidae, Lebiini, Agrina). *Zootaxa* 119: 1-68.

- Erwin, T.L. 2004 a. Checklist of the Carabidae of the Western Hemisphere.
Smithsonian Institute, Washington D.C.
<http://www.entomology.si.edu/Entomology/WstrnCarabids/search.lasso>
- Erwin, T.L. 2004b. Illustrated guide to carabid genera. Smithsonian Institute,
Washington D.C.
<http://www.entomology.si.edu/Entomology/CarabidGenus/>
- Erwin, T.L., Ball G.E., Whitehead D.R., & Halpern A.L. (eds). 1979. Carabid beetles: their evolution, natural history, and classification. Proceedings of the First International Symposium of Carabidology, Smithsonian Institution, Washington, D.C., August 21, 23 and 25. The Hague: Dr. W. Junk Publishers, 634 pp.
- Fisher, J., Liendmayer, D. B., Nix H. A., Stein J. L. & Stein A. 2001. Climate and animal distribution: a climatic analysis of the Australian marsupial *Trichosurus caninus*. *Journal of Biogeography* 28: 293-304.
- Francou, B., & Vincent, C. 2007. Les glaciers vont-ils disparaître ? Les glaciers face au changement climatique. IRO Editions et CNRS Editions.
- Francou, B., & Vincent, C., 2007. Les glaciers à l'épreuve du climat. IRD Editions et Editions Belin, Paris, 274 pp.
- Hughes, L. 2000 Biological consequences of global warming: is the signal already apparent? *Trends in Ecology and Evolution*, 15, 56–61.
- IPCC WGI AR5 SPM-8 27 September 2013. Twelfth Session of Working Group I
Approved Summary for Policymakers.
- Jørgensen, P.M. & S. León-Yáñez (Eds.). 1999. Catalogue of the vascular plants of Ecuador. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 75: i–viii, 1–1182.

- Kearney, M. R, Krockenberger, B. A., Holtum J. A. M., Jess, M. & Williams S. E. 2012. Predicting organismal vulnerability to climate warming: incorporating the buffering roles of behaviour, physiology, and adaptation. *Philosophical Transactions of the Royal Society. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2012 June 19; 367(1596): 1607–1614.
- Liendmayer, D. B., Nix H. A., McMahon J. P., Hutchinson M. F. & Tanton M. T. 1991. The conservation of Leadbeaters' possum, *Gymnobelideus leadbeateri* (McCoy): a case study of the use of bioclimatic modeling. *Journal of Biogeography* 18: 371-383.
- Liger, M. B. 2010. Elaboración de mapas predictivos de riesgo de infestación de tres especies de polillas de la papa (Lepidoptera: Gelechiidae). Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Lorenz, W. 1998. Systematic list of exant ground beetles of the world (insecta, Coleoptera "Geadephaga": Trachypachidae and Carabidae incl. Paussinae, Cicindelinae, Rhysidinae). Privately published, Tutzing, Germany, 937 pp.
- Lövei, G.L. & Sunderland K.D. 1996. Ecology and behavior of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Annual Review of Entomology* 41:231-256.
- Martínez, C. 2005. Introducción a los escarabajos Carabidae (Coleoptera) de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 546 p.
- McCarty, J.P. 2001 Ecological consequences of recent climate change. *Conservation Biology*, 15, 320 –33.
- Monzier, M., P. Samaniego, C. Robin, B. Beate, J. Cotte n, M. Hall, P. Mothes, D. Andrade, E. Bourdon, J. Eissen, J. Le Pennec, A. Ruiz & T. Toulkeridis. 2002. Evolution of the Pichincha Volcano Complex (Ecuador). Fifth ISAG,

- Toulouse France), 16- 18/092002. Extended Abstracts, Institut de Recherche pour le Développement. Pp 429-432. Paris, Francia.
- Moreno, E. A. Efectos del incremento de temperatura en los ciclos biológicos de *Brevicoryne brassicae*, (Hemiptera: Aphididae) y su parasitoide *Diaretiella rapae*, (Hymenoptera: Braconidae) como consecuencia del Cambio Climático. Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Moret, P. 2003. Identificación key to the genera of Carabidae (Coleoptera) of the paramos of Ecuador and Sothern Colombia. Revista Colombiana de Entomología 29 (2): 185-190.
- Moret, P. 2005. Los Colépteros Carabidae del páramo de los Andes del Ecuador. Sistemática, ecología y biogeografía. Monografía 2. QCAZ. PUCE.
- Moret, P. 2009. Altitudinal distribution, diversity and endemism of Carabidae (Coleoptera) in the paramos of Ecuadorian Andes. Article Ann. soc. entomol. Fr. (n.s.), 2009, 45 (4): 500-510.
- Onore G., Bartolozzi L. 2008. Description of the larvae of *Sphaenognathus* (*Chiasognathinus*) *gaujoni* Oberthür, 1885) and *S. (C.) xerophilus* Bartolozzi & Onore, 2006 (Coleoptera: Lucanidae), with observations about their altitudinal range extension, p. 399-406 in: Giachino P. M. (ed.), Biodiversity in South America I. Memoirs on Biodiversity World Biodiversity, Association onlus, Verona.
- Oreskes, N. 2004 «Beyond the ivory tower. The scientific consensus on climate change» *Science* 306 (5702): 1686 doi:10.1126/science.1103618, ISSN 1095-9203.

- Paaijmans KP, Heinig RL, Seliga RA, Blanford JI, Blanford S, Murdock CC, Thomas MB. "Temperature variation makes ectotherms more sensitive to climate change". *Glob Chang Biol*. 2013 Apr 30. doi: 10.1111/gcb.12240.
- Parmesan, C. 2006. Ecological and Evolutionary Responses to Recent Climate Change, Section of Integrative Biology, University of Texas, Austin, Texas 78712; ANRV292-ES37-23 ARI 17 October 2006 7:35.
- Parmesan, C. & Yohe, G. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. Integrative Biology, Patterson Laboratories 141, University of Texas, Austin, Texas 78712, USA.
- Pearson, R. & T. Dawson, 2003. Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: are bioclimate envelope models useful? Environmental Change Institute, School of Geography and the Environment, University of Oxford, 1 A Mansfield Road, Oxford OX1 3S Z, U.K. *Global Ecology Biogeography* 12: 361-371.
- Peterson, A. T. 2001 Predicting species' geographic distributions based on ecological niche modeling. *The Condor* 103: 599-605.
- Puillandre, N., Dupas S., Dangles O., Zeddani J-L., Capdevielle-Dulac C., Barbin K., Torres-Leguizamon M., Silvain J-F. (2008) Genetic bottleneck in invasive species: the potato tuber moth adds to the list. *Biological Invasions*, 10: 319-333.
- Programa Regional de Adaptación al Cambio Climático en la Región Andina SG/dt 444 22 de noviembre de 2010 B.1.
- Ramanathan, V., Feng Y. 2008. Y. On avoiding dangerous anthropogenic interference with the climate system: Formidable challenges ahead. Edited by William, C. Clark, Harvard University, Cambridge, MA.

- Régnière, J. 2009. Predicción de la distribución continental de insectos a partir de la fisiología de las especies. *Unasylva* 231/232, Vol. 60,
- Rodríguez, J. 2010 Polimorfismo de la coloración alar de *Temenis laothoe laothoe* (Lepidóptera: Nymphalidae) y su relación con variables climáticas en una población de la Amazonía ecuatoriana. Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Seimon, T.A, Seimon, A., Daszak, P., Stephan R.P., Halloy, L., Schloegel, M. Aguilar, Sowell, P. Hyatt, Bronwen, K. & Simmons, J. 2007. Upward range extension of Andean anurans and chytridiomycosis to extreme elevations in response to tropical deglaciation. *Global Change Biology*. Volume 13, Issue 1, January 2007, Pages: 288–299.
- Schellnhuber, H. 2008 «Global warming: Stop worrying, start panicking? *PNAS* 105 (38): 14239-14240, 2008, doi:10.1073/pnas.0807331105, ISSN 0027-8424.
- Sheridan J & Bickford, D. 2011. Shrinking body size as an ecological response to climate change. *Nature Climate Change* 1, 401–06doi:10.1038/in climate 1259.
- Sklenář, P., 2001. — Superpáramo flora and vegetation of Volcán Chiles. In P.M. Ramsay (Ed.), *The Ecology of Volcán Chiles: high-altitude ecosystems on the Ecuador- Colombia border*, Plymouth, Pebble & Shell: 39-45.
- Sklenář, P. & P. Ramsay (2001) Diversity of zonal páramo plant communities in Ecuador. *Diversity and distribution* 7: 113-124.
- Sklenář, P. & P. Jørgensen (1999) Distribution patterns of paramo plants in Ecuador. Disponible en: www.jstor.org.

- Sømme, L., 1989. — Adaptations of terrestrial arthropods to the alpine environment. *Biol. Rev.*, 64: 367-407.
- Stork, N.E & W. Paarman. 1992. Reproductive seasonality of the ground and tiger beetle (Coleoptera: Carabidae, Cicindelidae) fauna in North Sulawesi (Indonesia). *Stud. Neotrop. Fauna E.* 27: 101-115.
- Thiele, H. 1977. Carabid beetles in their environments: A study on habitat selection by adaptations in physiology and behavior. Springer-Verlag, 369 pp.
- Thompson, R.G. 1979. Larvae of North American Carabidae with a key to the tribes. Pp. 209- 291. En: Erwin T.L., Ball G.E., Whitehead D.R. & Halpern A.L. (eds.). Carabid beetles: their evolution, natural history, and classification (Proceedings of the First International Symposium of Carabidology, Smithsonian Institution, Washington, D.C., August 21, 23 and 25). The Hague: Dr. W. Junk Publishers, 634 pp.
- UICN, 2013. Proyecto Con Clima. Comité Español. Asociación Española de Entomología. http://escalera.bio.ucm.es/usuarios/bba/cont/docs/RO_5.pdf
- Van der Hammen, T., Hooghiemstra H. 2000. Neogene and Quaternary history of vegetation, climate, and plant diversity in Amazonia. *Quaternary Science Reviews* 19: 725–742.
- Vuille, M. & Bradley, R.S. 2000. Mean annual temperature trends and their vertical structure in the tropical Andes. *Geophysical Research Letters* 27: doi: 10.1029/2000GL011871. issn: 0094-8276.
- Vuille M., Bradley R., Werner M., Keimig F. 2003. 20th century climate change in the Tropical Andes: observations and model results. *Climate Change* 59: 75–99.

- Walther, G.R., Post, E., Convey, P., Menze, 1, A., Parmesan, C.,Beebee, T.J.C.,
Fromentin, J.M., Hoegh-Guldberg, O. & Bairlein, F.(2002) Ecological
responses to recent climate change. *Nature*, 416, 389–395.
- Whymper, E. 1891. Viajes a través de los Majestuosos Andes del Ecuador. 3era.
Ed. Ediciones Abya Yala Quito, Ecuador.

11. FIGURAS

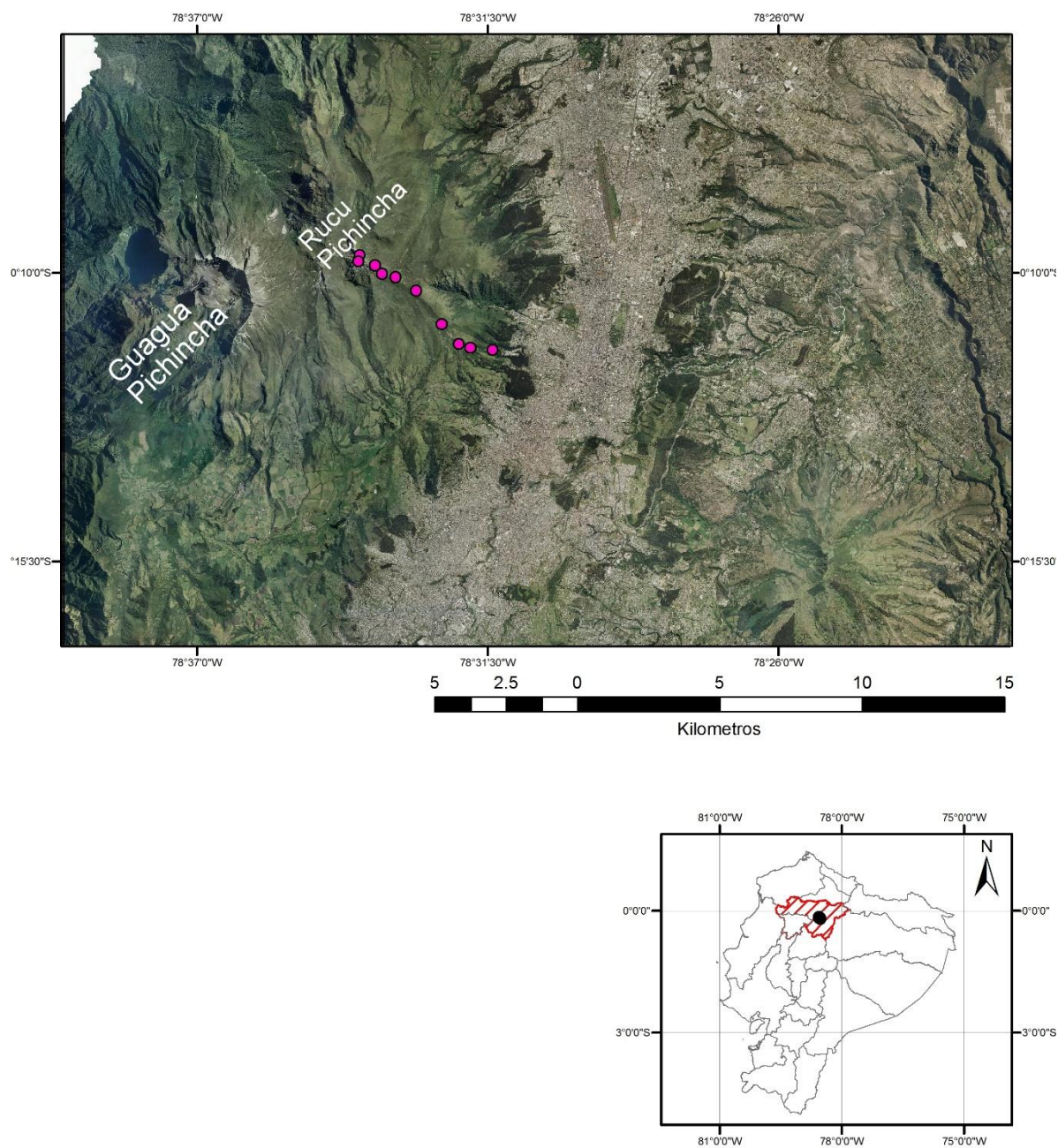


Figura 1. Área de estudio, ladera oriental del Rucu Pichincha.

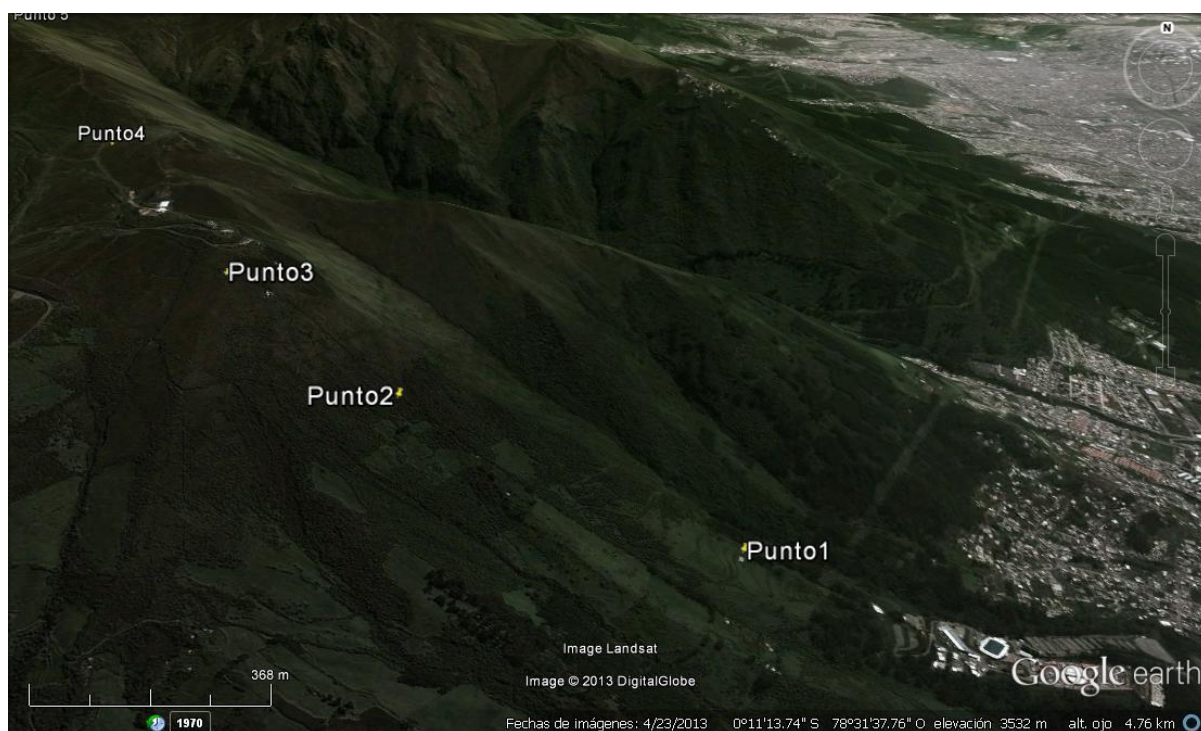


Figura 2. Imagen tomada de Google earth, en donde se ven los puntos 1, 2 y 3.

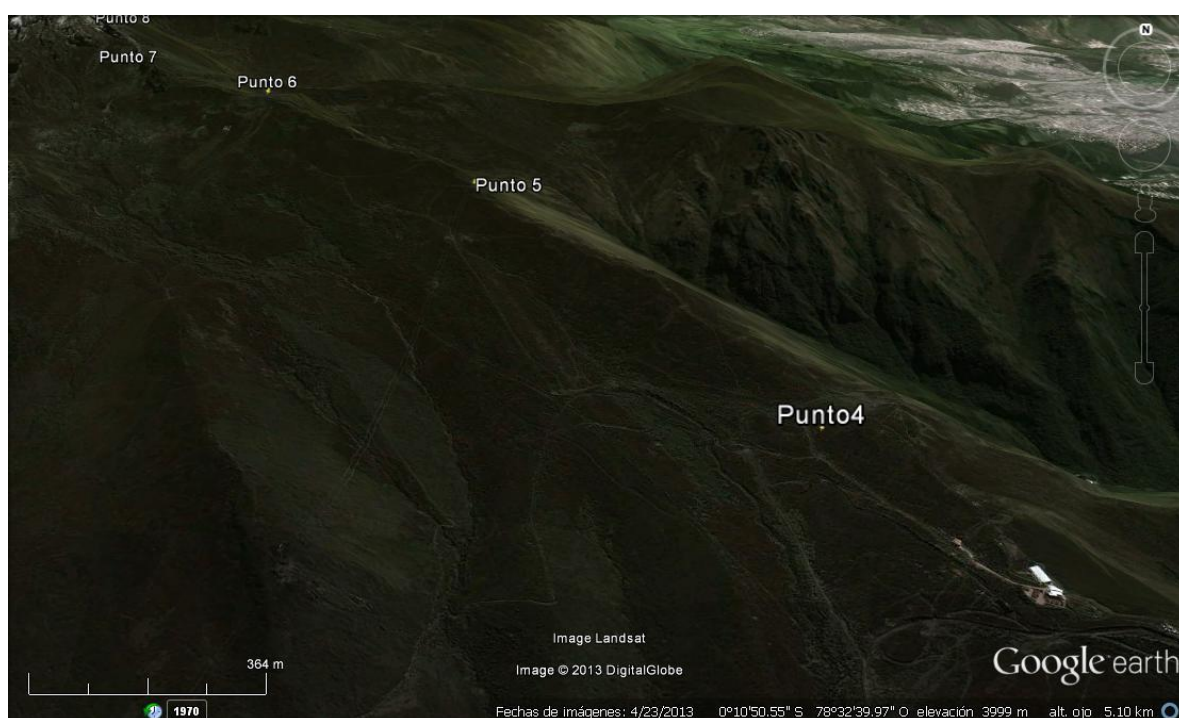


Figura 3. Imagen tomada de Google earth, en donde se ven los puntos 4, 5 y 6.

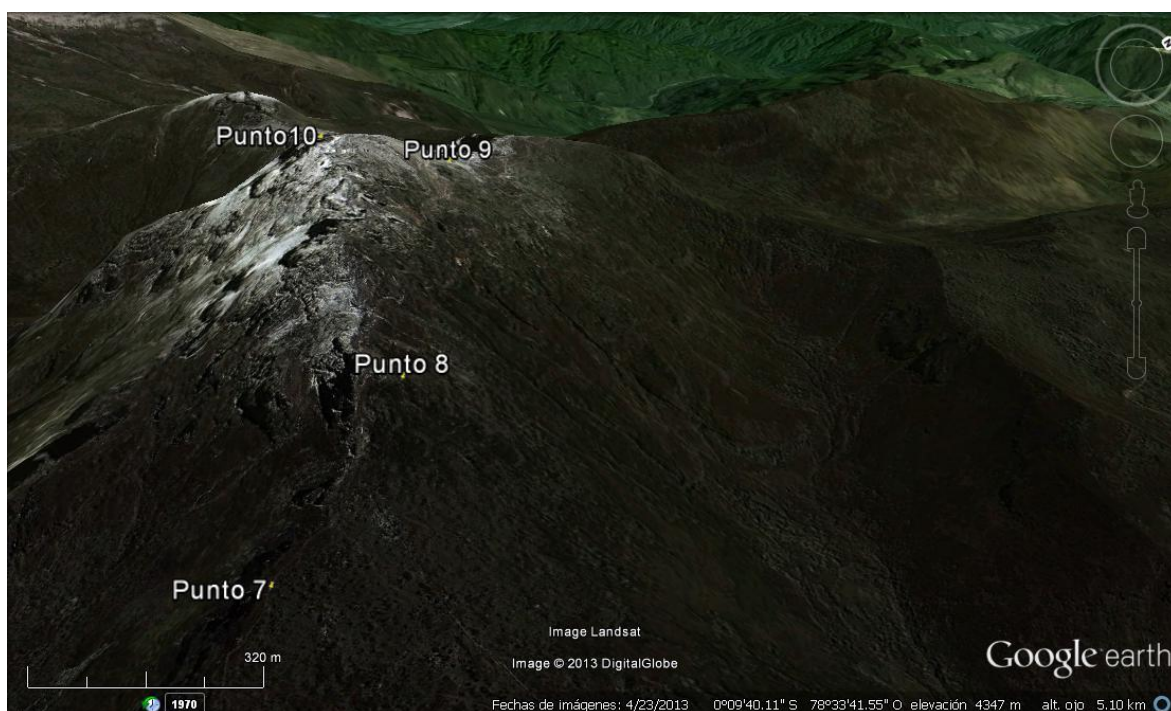


Figura 4. Imagen tomada de Google earth, en donde se ven los puntos 7, 8, 9 y 10.



Figura 5. Imagen tomada de Google earth, en donde se ven todos los puntos del gradiente altitudinal.



Figura 6. Vegetación correspondiente al subpáramo de los 3305 a 3887 msnm.

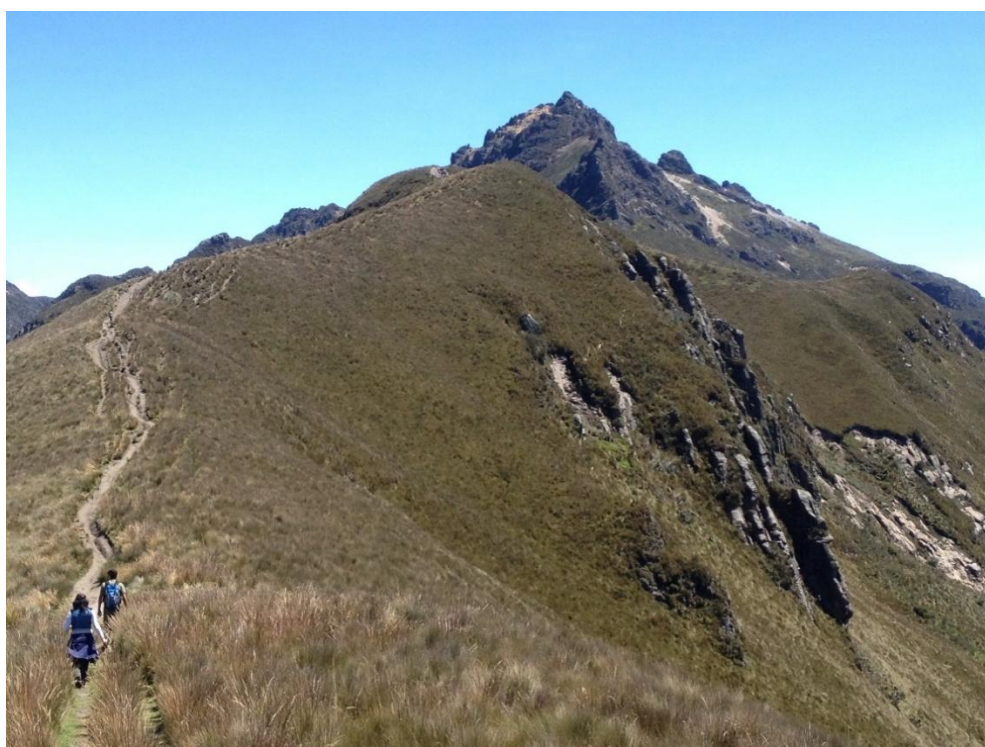


Figura 7. Vegetación correspondiente al páramo de pajonal de 3979 a 4210 msnm.



Figura 8. Vegetación correspondiente al ecotono del punto 6 a 4302 msnm.



Figura 9. Vegetación correspondiente superpáramo mixto de 4302 a 4441msnm.



Figura 10. Vegetación correspondiente a superpáramo mixto de 4441 a 4605 msnm



Figura 11. Cumbre del Rucu Pichincha, superpáramo desértico a 4708msnm.



Figura 12. Tronco colocado como Refugio



Figura 13. Trampa de carroña

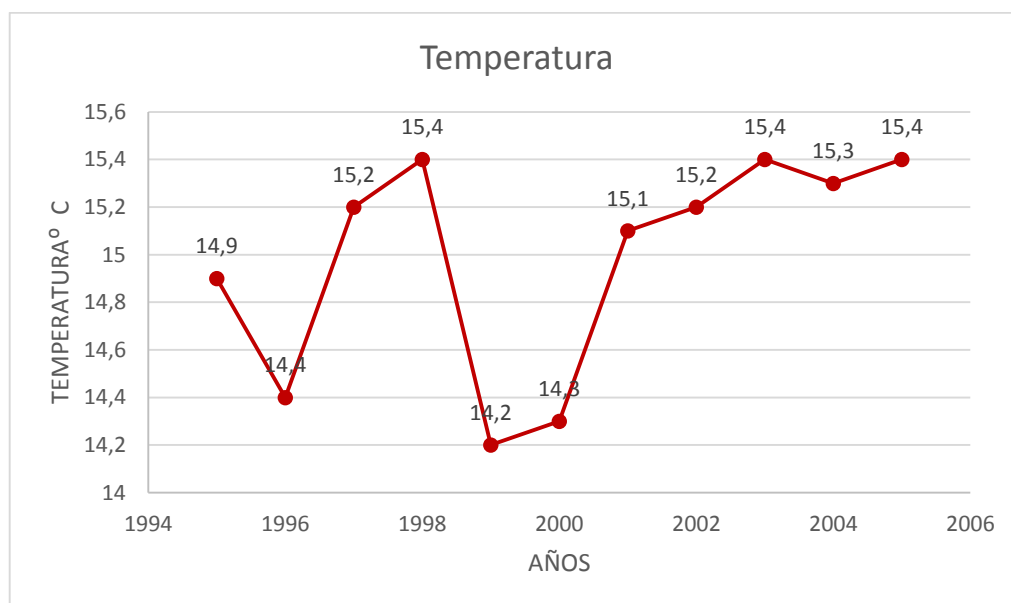


Figura 14. Estación INAMHI M0024 Quito-Iñaquito. Gráfico de temperatura anual. La temperatura promedio de la década 1995 al 2005 es de 14,9 ° C.

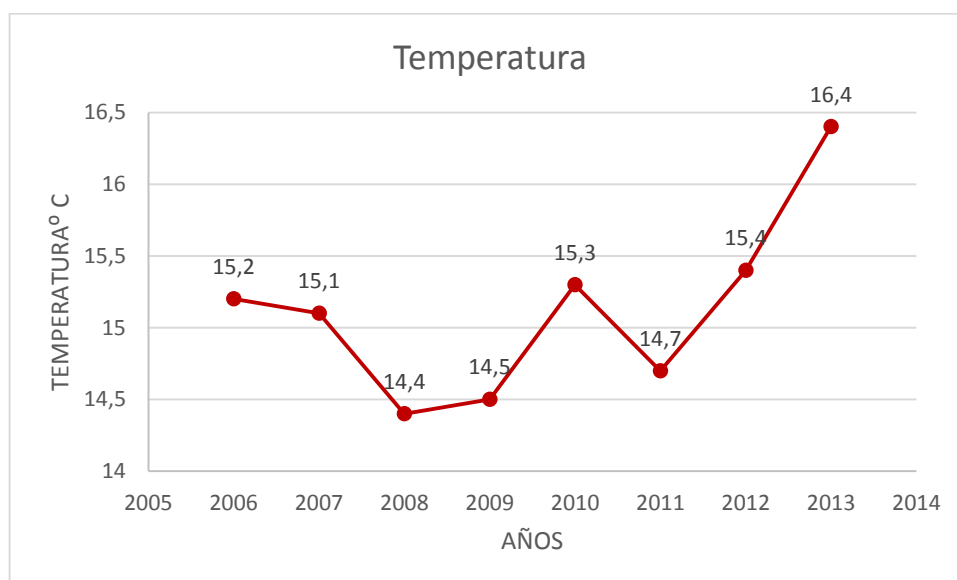


Figura 15. Estación INAMHI M0024 Quito-Iñaquito. Gráfico de temperatura anual. La temperatura promedio de los años 2005 al 2013 es de 15,13° C.

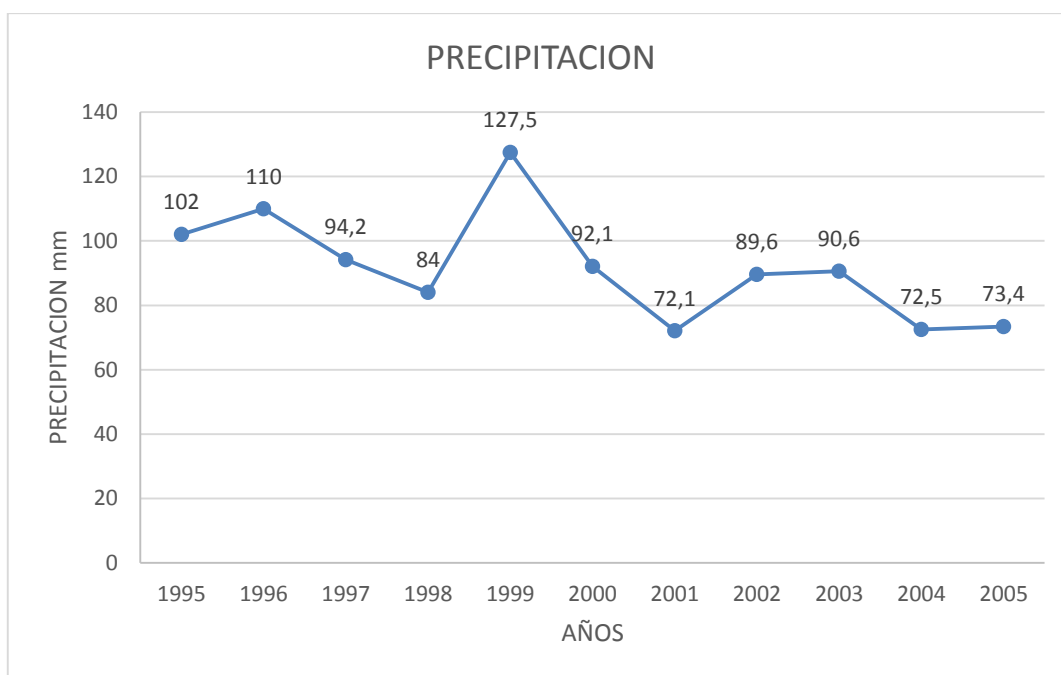


Figura 16. Estación INAMHI M0024 Quito-Iñaquito. Gráfico de precipitación anual. La precipitación promedio de la década 1995 al 2005 es de 91,6 mm.

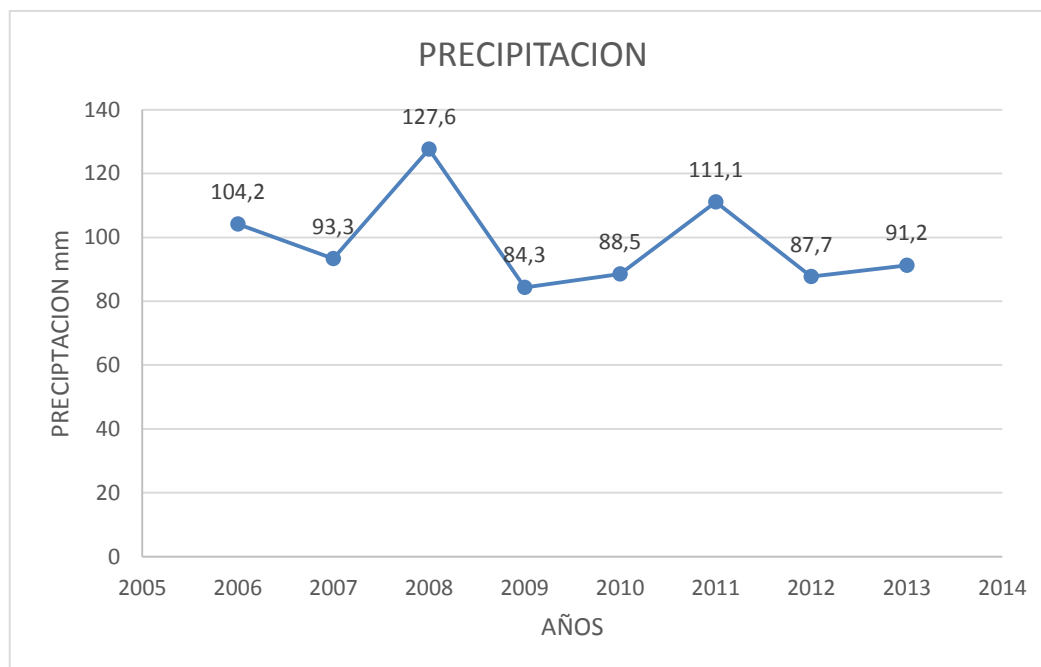


Figura 17. Estación INAMHI M0024 Quito-Iñaquito. Gráfico de precipitación anual. La precipitación promedio de los años 2005 al 2013 es de 98,48mm.



Figura 18. Captura activa en el punto 5

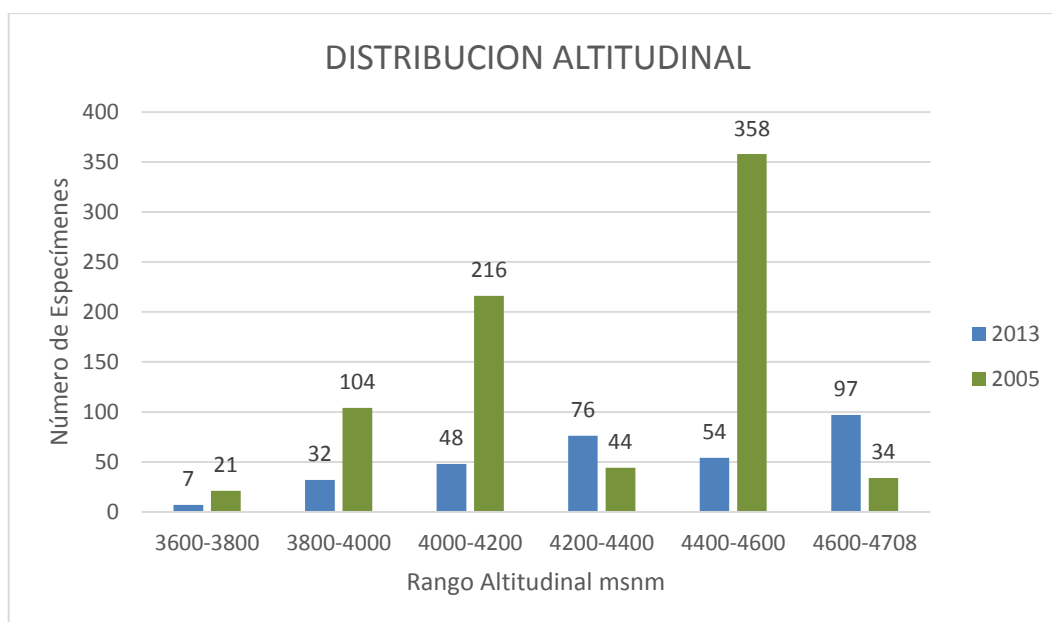


Figura 19. Gráfico comparativo entre el número total de individuos y su rango altitudinal, se observa que en el rango de 4200 m a 4400 m y en el rango 4600 m a 4708 m el número de individuos recolectados en 2013 es mayor que en el 2005, mientras que en el rango 4400 m a 4600 m el número de individuos bajó en el 2013.

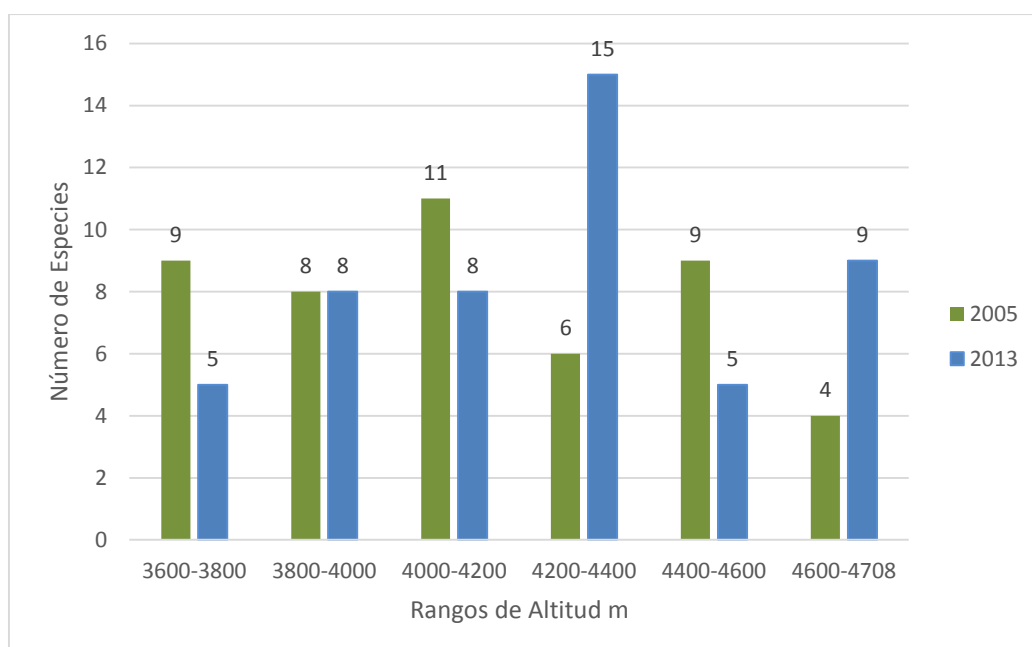


Figura 20. Gráfico de rangos de altitud vs. número de especies, aquí se aprecia principalmente el aumento de especies en el 2013 en el rango de los 4200-4400 y entre los 4600-4708m.

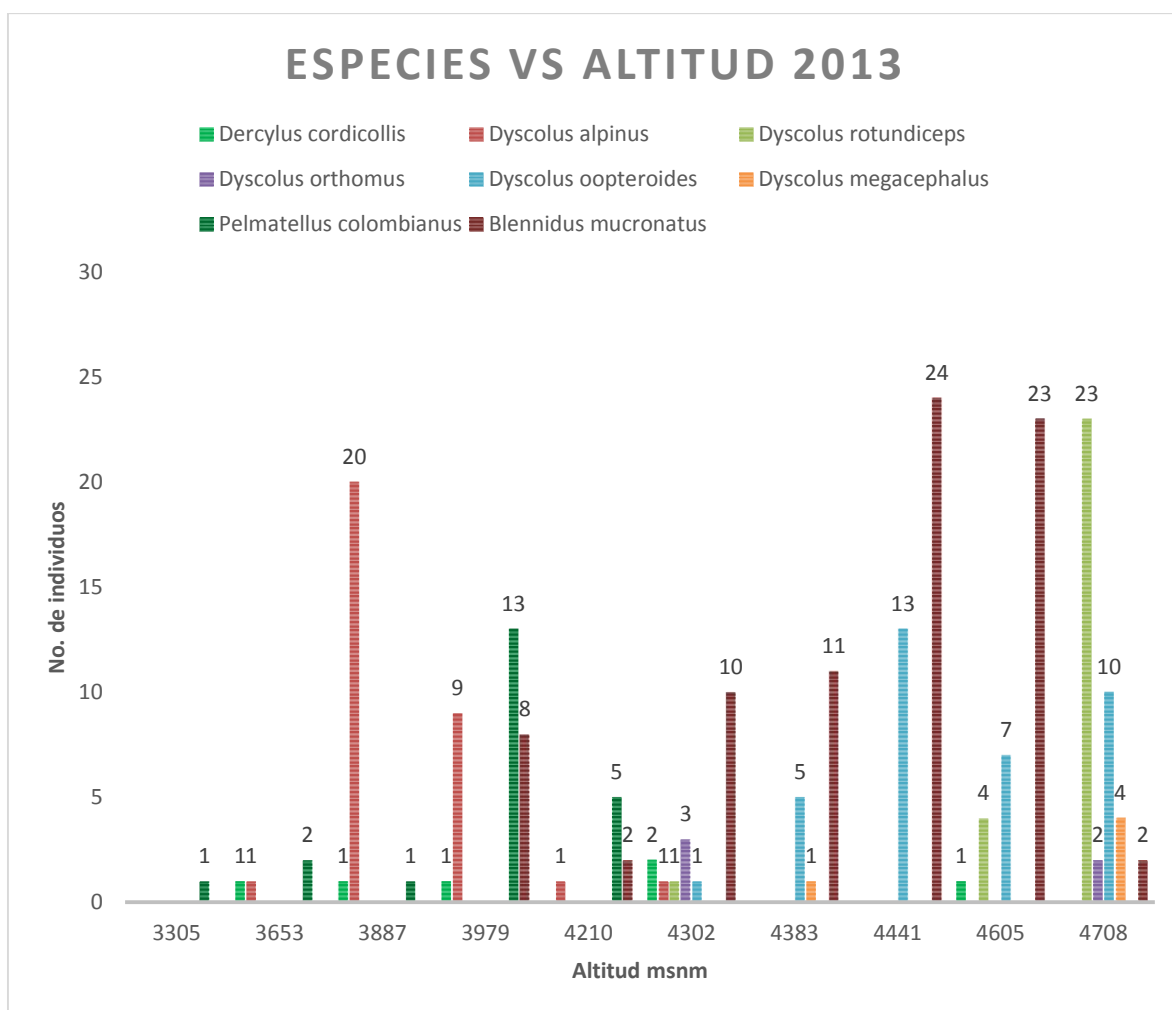
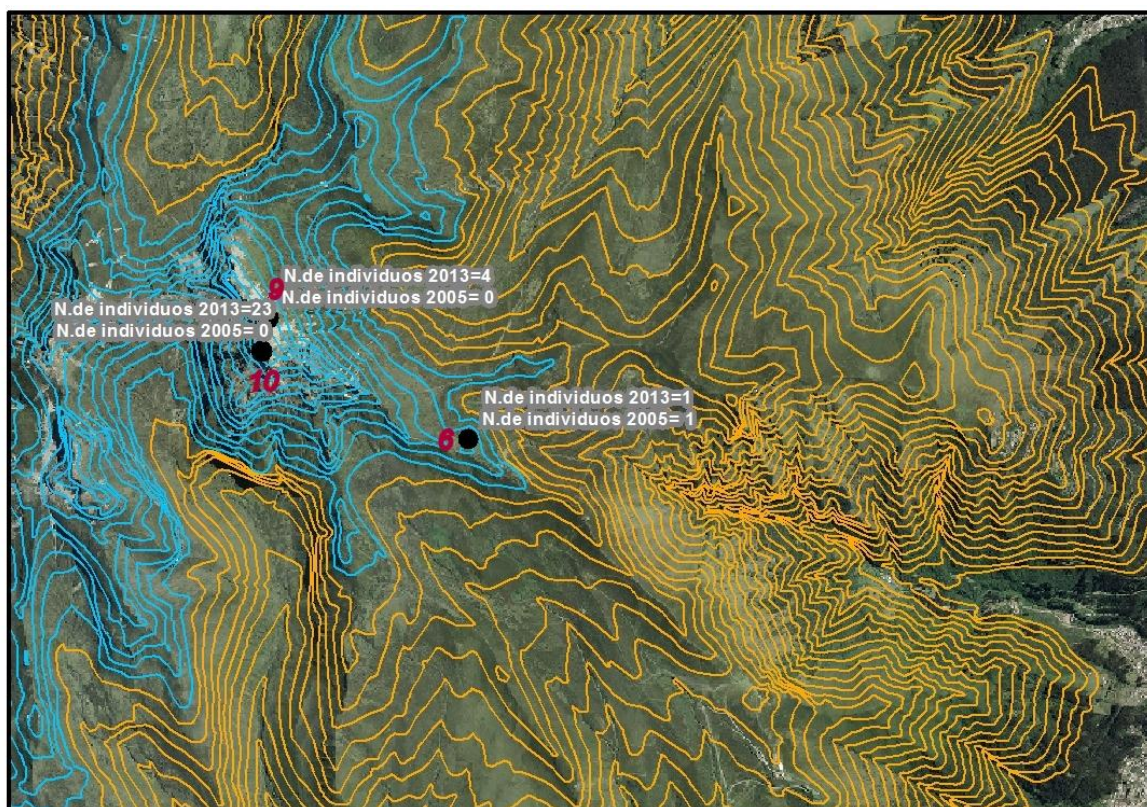


Figura 21. Gráfico de No. de Individuos vs. Altitud, se puede ver la distribución de las 8 especies en los 10 puntos de muestreo.

Dyscolus rotundiceps



Leyenda

Curvas de Nivel

- 3280 - 4200 msnm, Moret 2005
- 4200 - 4760 msnm, Arauz 2013

Figura 22. *Dyscolus rotundiceps*, en el 2005 se reporta sólo un individuo (que representaba 0.13% de la población total descrita por Moret en el Pichincha) entre los 4000 m y 4200 m. En el 2013 se capturaron 27 (3,47%) individuos entre los 4605 m y 4760 m.

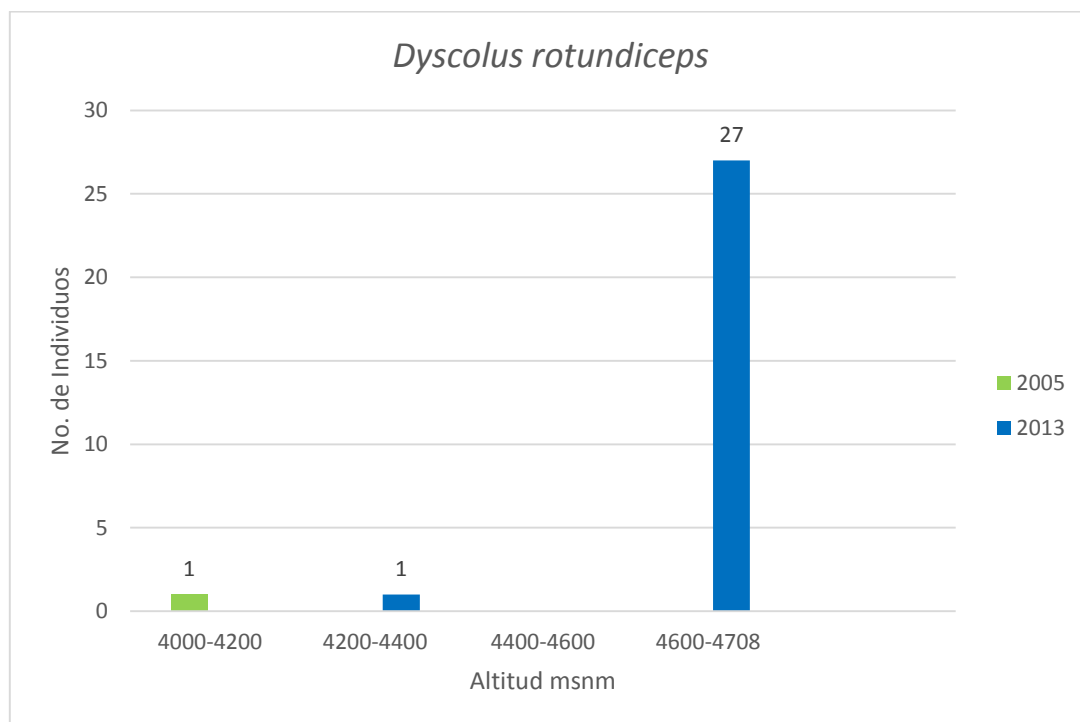
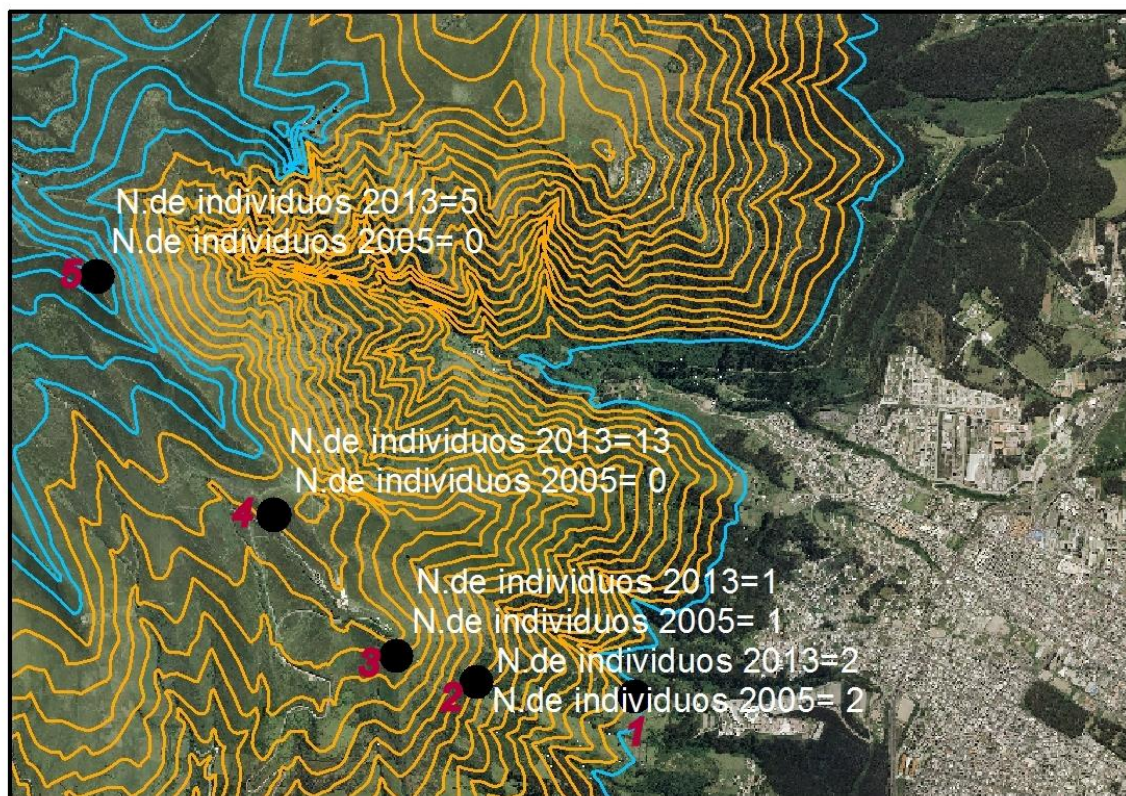


Figura 23. Gráfico de altitud vs. No. de individuos para *Dyscolus rotundiceps*, se puede apreciar la variación que existe en cuanto a la abundancia y el rango de distribución

Pelmatellus colombianus



Leyenda

Curvas de Nivel

- 3280 - 3305 msnm, Arauz 2013
- 3305 - 4000 msnm, Moret 2005
- 4000 - 4210 msnm, Arauz 2013

Figura 24. De *Pelmatellus colombianus* en el 2005 se encontraron sólo 4 individuos entre los 3600 m y 4000 m, en el 2013 hemos encontrado 18 entre 3979 m y 4210 m, estos puntos corresponden a la transición entre subpáramo y el páramo de pajonal.

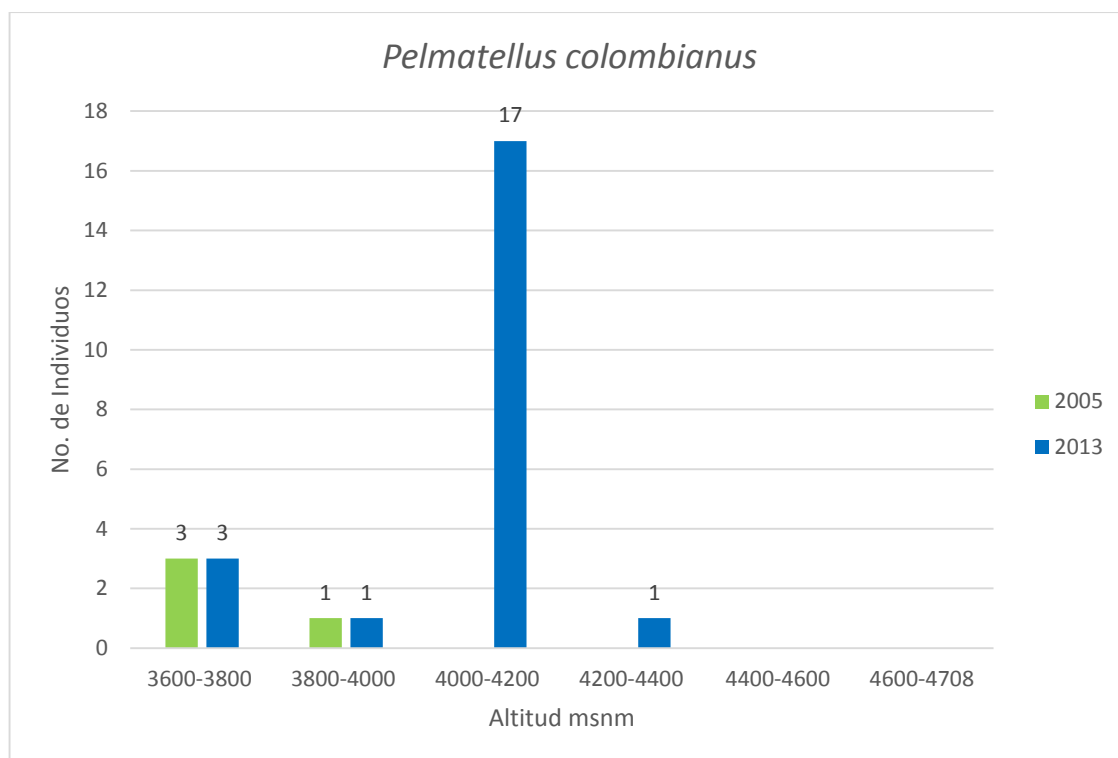
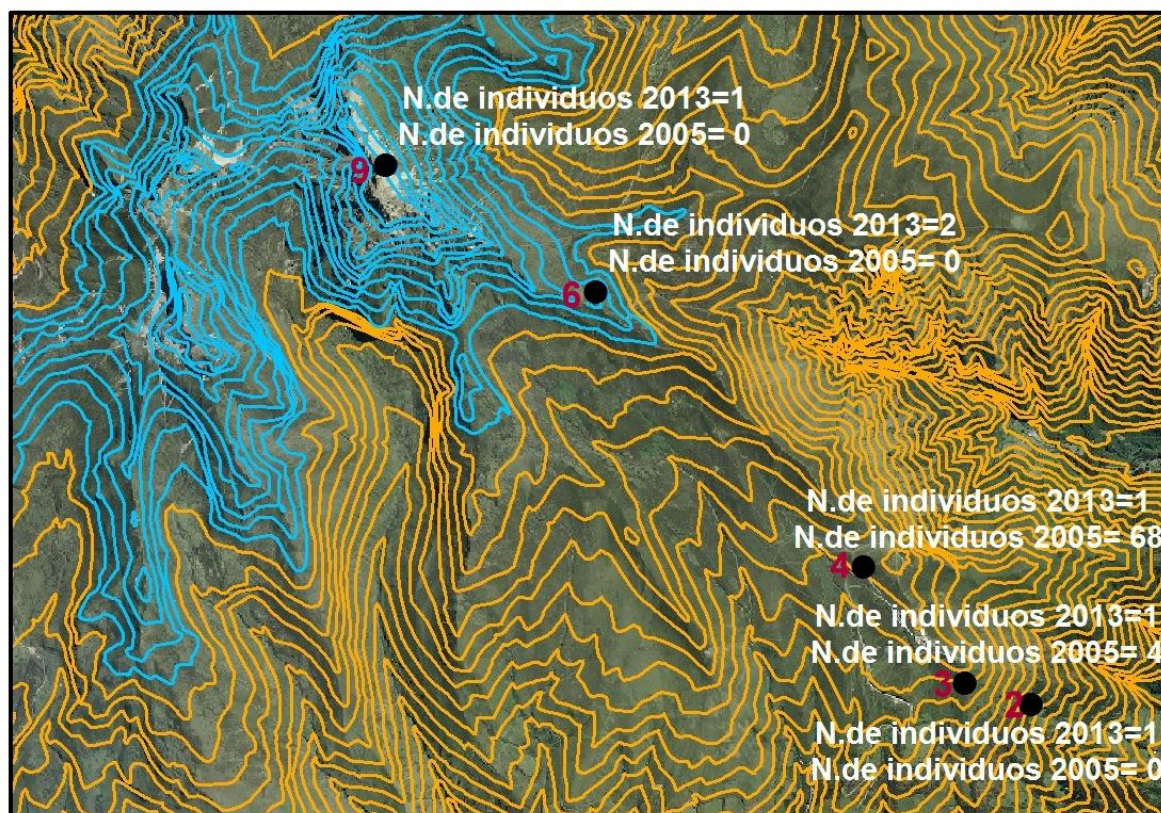


Figura 25. Gráfico de altitud vs. No. de individuos para *Pelmatellus colombianus*, se puede apreciar la variación que existe en cuanto a la abundancia y el rango de distribución.

Dercylus cordicollis



Leyenda

Curvas de Nivel

- 3280. - 4200 msnm, Moret 2005
- 4200 - 4600 msnm, Arauz 2013

Figura 26. Gráfico de la distribución de *Dercylus cordicollis*. Moret reporta 72 individuos (9,27% de la población total del 2005) de *D. cordicollis* desde los 3600 m a 4200 m, actualmente se encontraron sólo seis individuos (1.91%), de éstos dos a 4302 m y uno a 4605 m que corresponde al superpáramo.

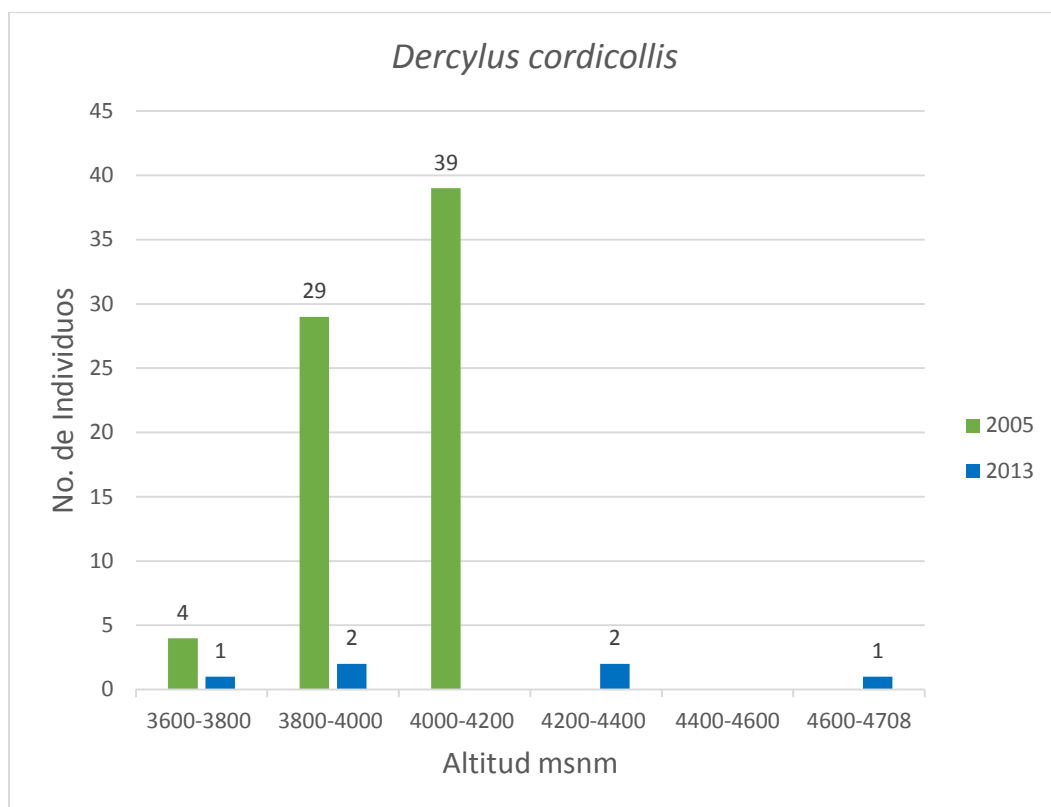


Figura 27. Gráfico de altitud vs. No. de individuos para *Dercylus cordicollis*, se puede apreciar la variación que existe en cuanto a la abundancia y el rango de distribución.

Blennidus mucronatus

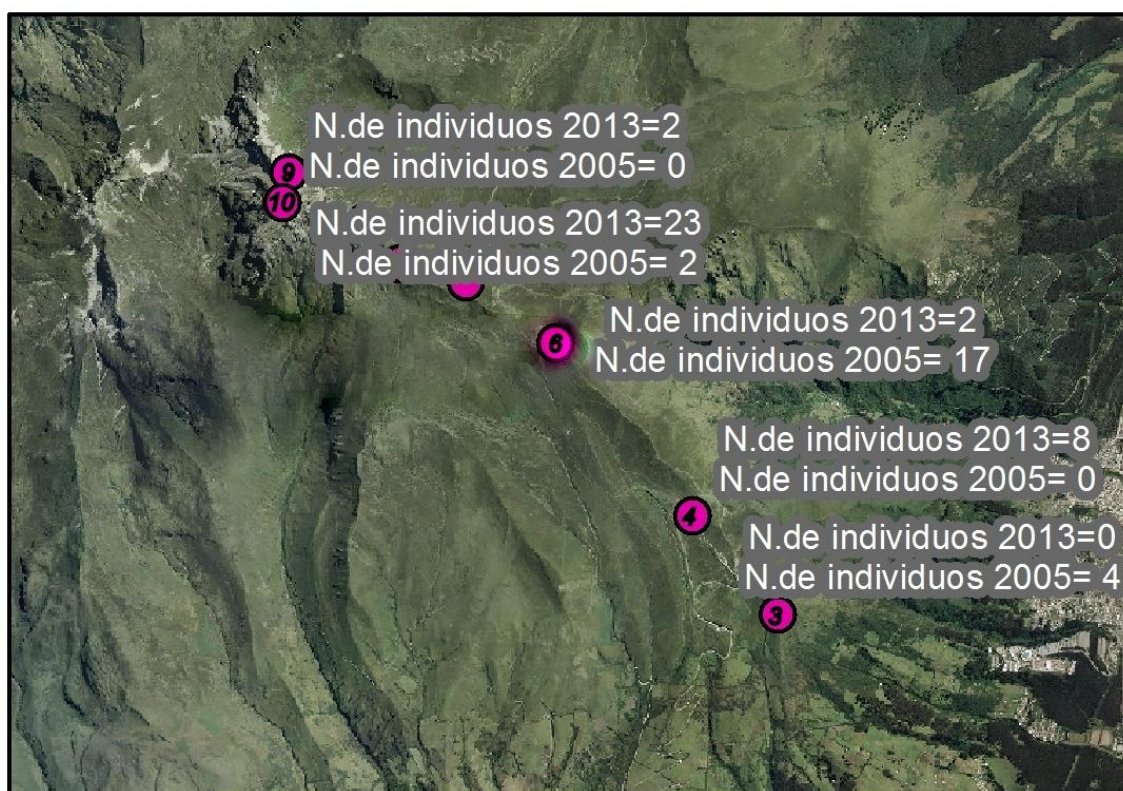


Figura 28. *Blennidus mucronatus*, que era abundante entre los 4000 m y 4600 m con 93 individuos (12%) entre los 4600 m y 4760 m sólo se reportaban 2 individuos hoy vemos que en este último rango hay 25 especímenes.

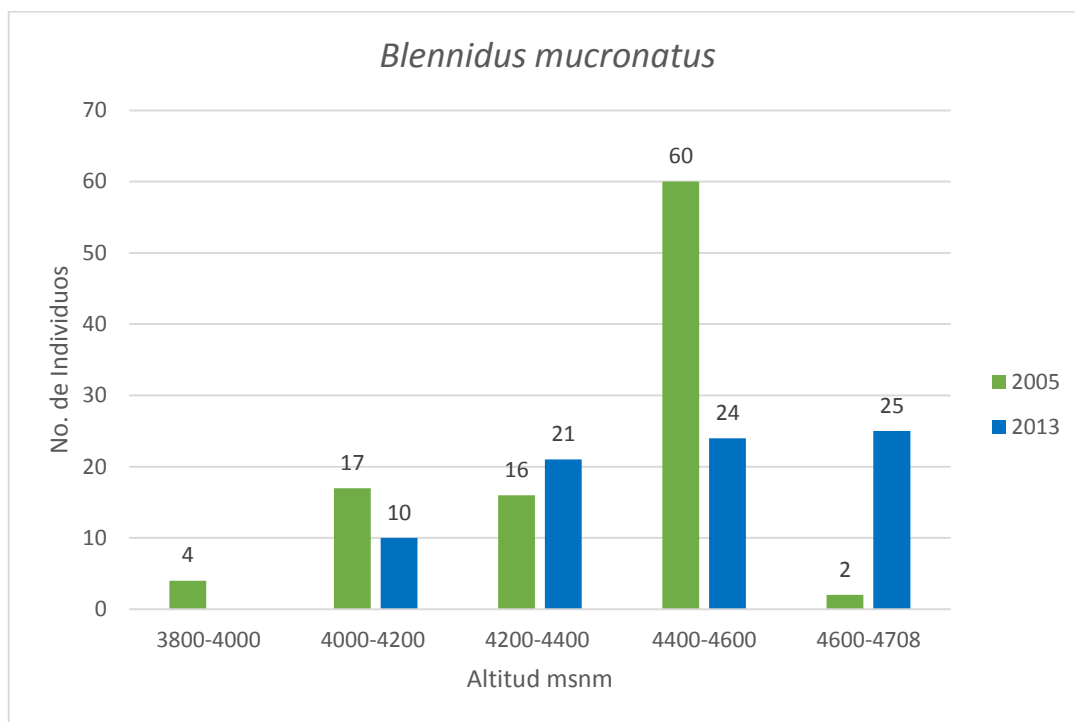
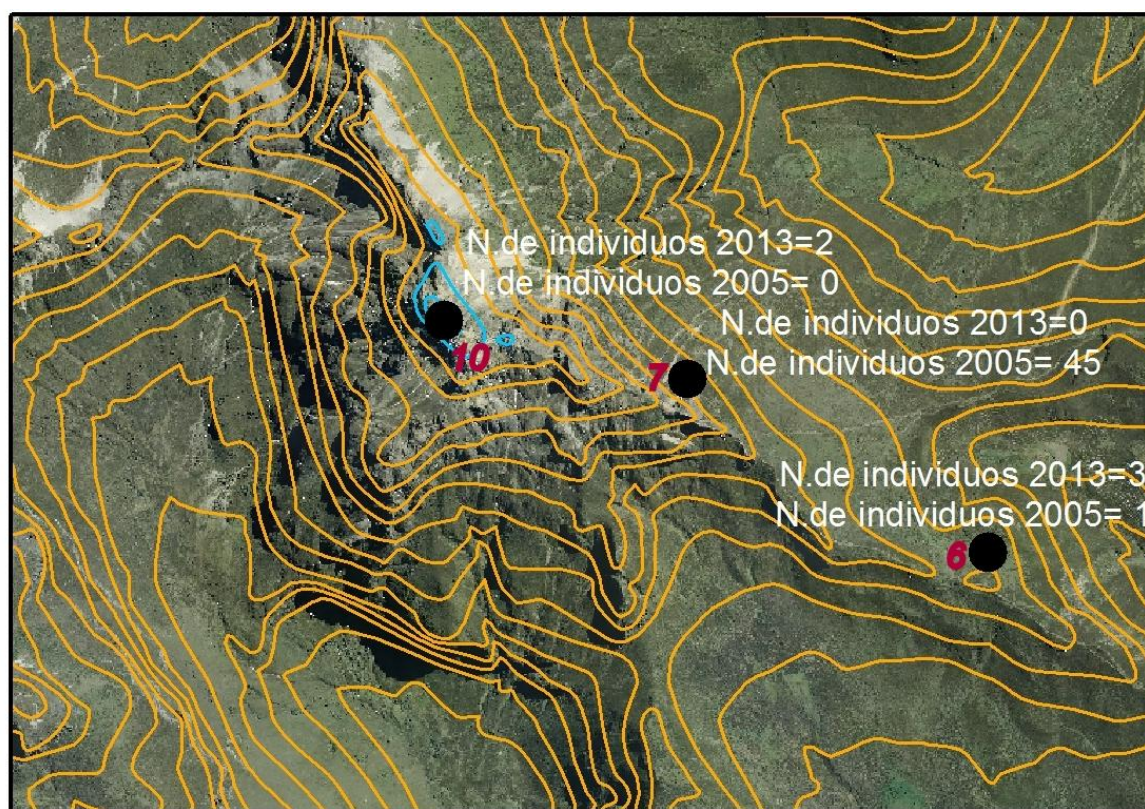


Figura 29. Gráfico de altitud vs. No. de individuos para *Blennidus mucronatus*, se puede apreciar la variación que existe en cuanto a la abundancia y al rango de distribución.

Dyscolus orthomus



Leyenda

Curvas de Nivel

— 3280 - 4600 msnm, Moret 2005

— 4600 - 4760 msnm, Arauz 2013

Figura 30. En el 2005 había 46 especímenes (5.92%) de *Dyscolus orthomus* entre los 4400 m y 4600 m, en el 2013 no se capturó ninguno a esa altitud, solamente uno a los 4302 m y dos en la cumbre que corresponde a los 4760 m.

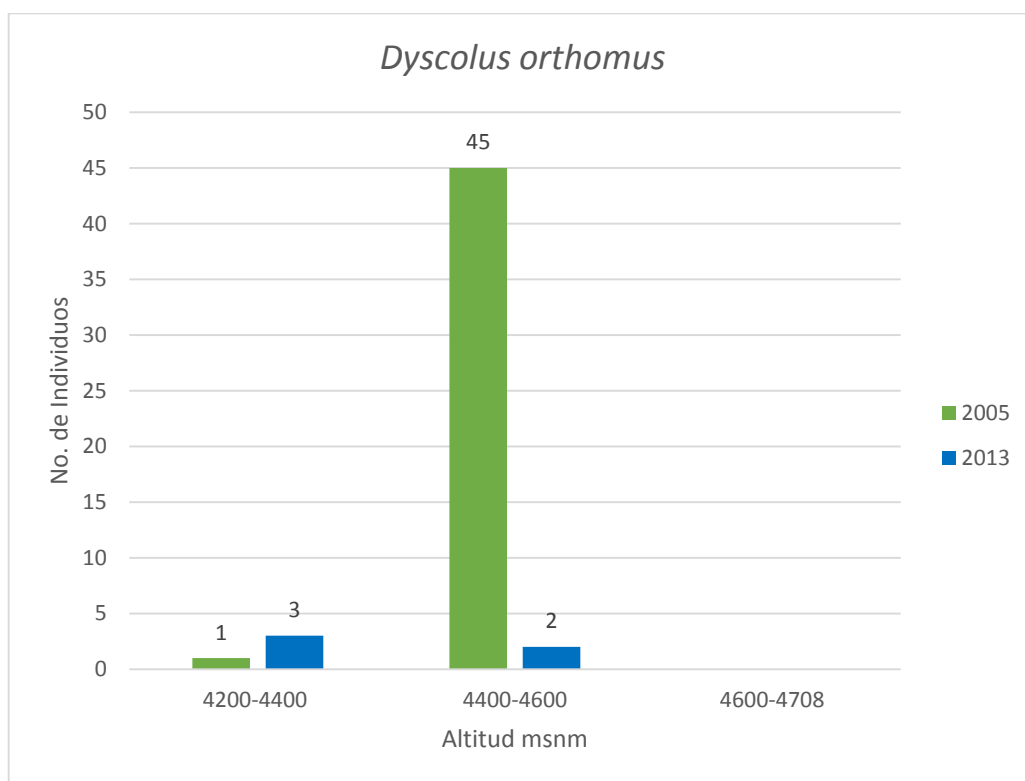
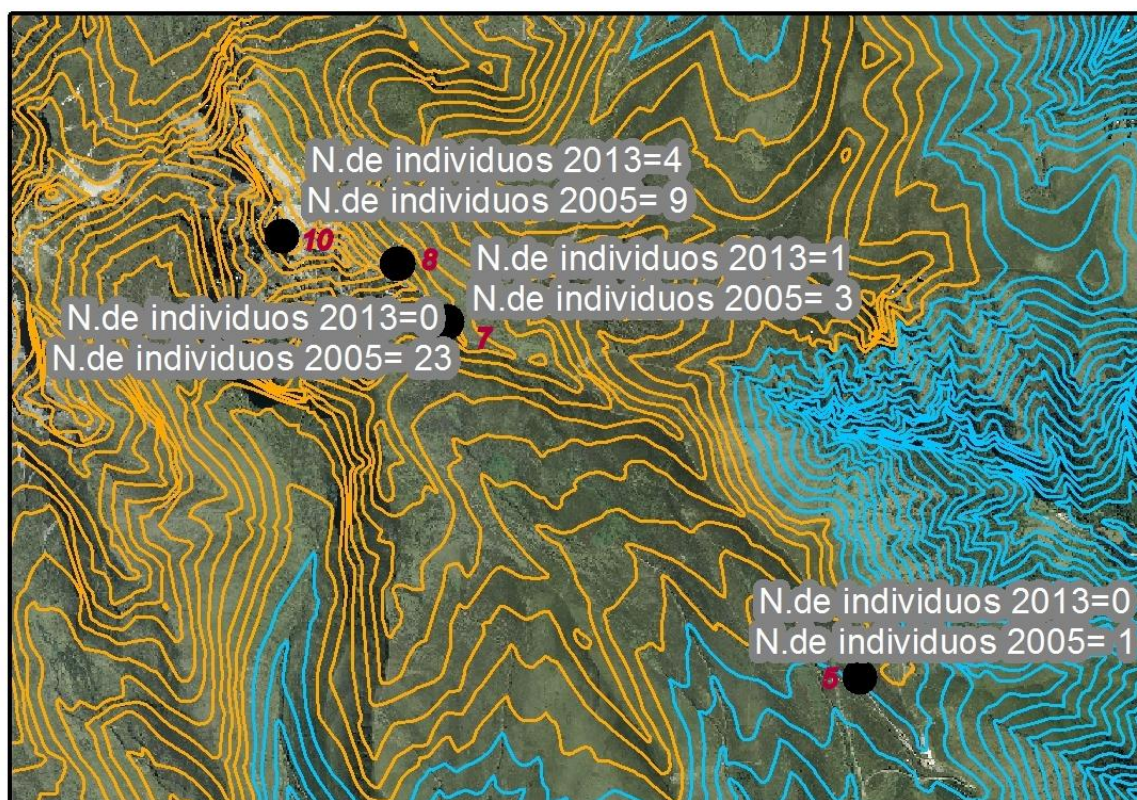


Figura 31. Gráfico de altitud vs. No. de individuos para *Dyscolus orthomus*, se puede apreciar la variación que existe en cuanto a la abundancia y el rango de distribución.

Dyscolus megacephalus



Leyenda

Curvas de Nivel

- 3280 - 3970 msnm, Arauz 2013
- 3970 - 4760 msnm, Moret 2005

Figura 32. *Dyscolus megacephalus* estaba representado en el 2005 por 36 individuos (4.63%) de éstos 23 especímenes estaban entre los 4400 m a 4600 m. En el 2013 sólo se capturaron 5 (1,59%) y 4 de éstos estaban a 4760 m.

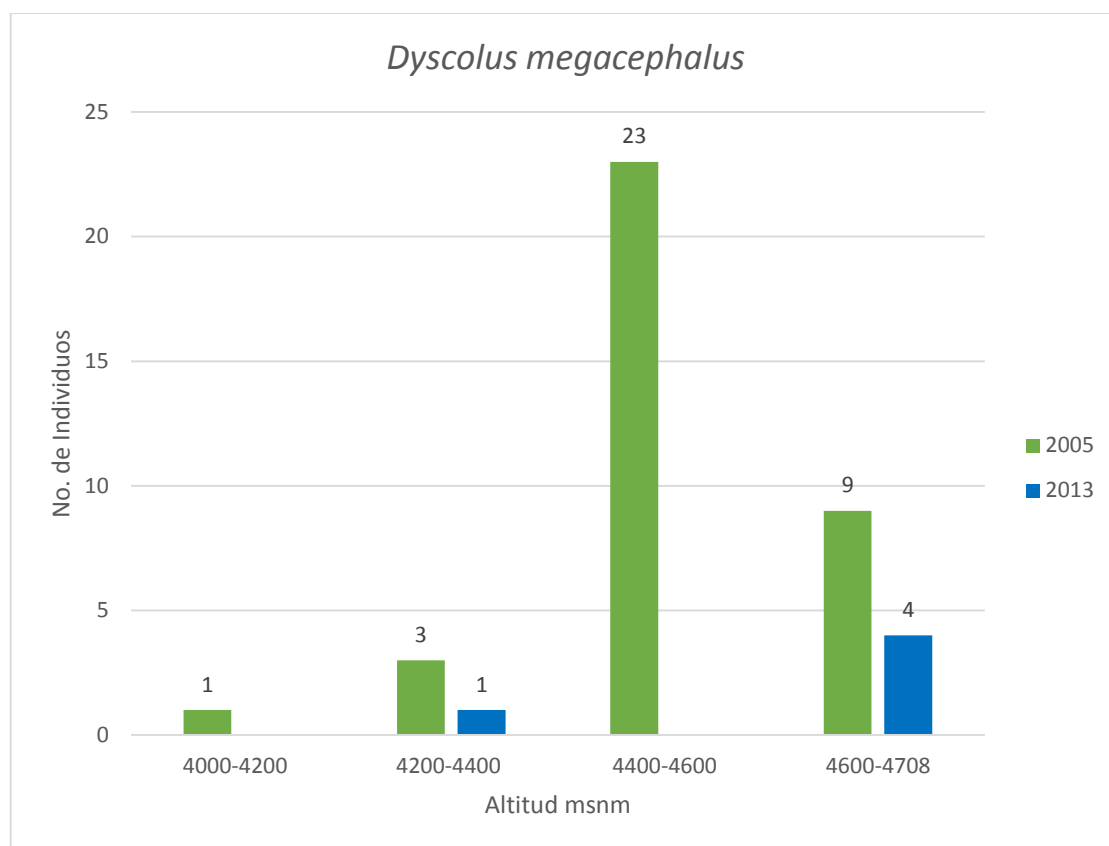
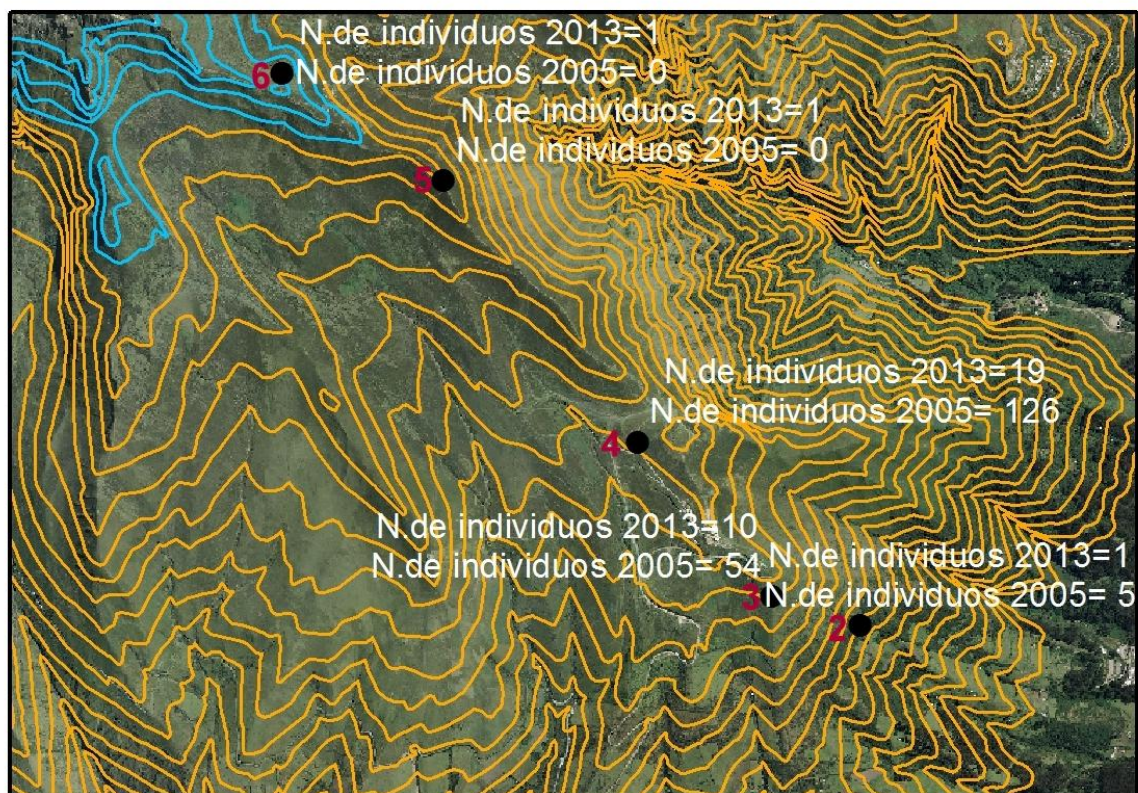


Figura 33. Gráfico de altitud vs. No. de individuos para *Dyscolus megacephalus*, se puede apreciar la variación que existe en cuanto a la abundancia y al rango de distribución.

Dyscolus alpinus



Leyenda

Curvas de nivel

- 3280- 4200 msnm, Moret 2005
- 4200. - 4400 msnm, Arauz 2013

Figura 34. *Dyscolus alpinus* se ha mantenido en la misma altitud pero su abundancia bajó drásticamente pues en el 2005 con 185 individuos representaba el 23,8% de la población, hoy con 32 individuos representa el 10,19% de la población total recolectada.

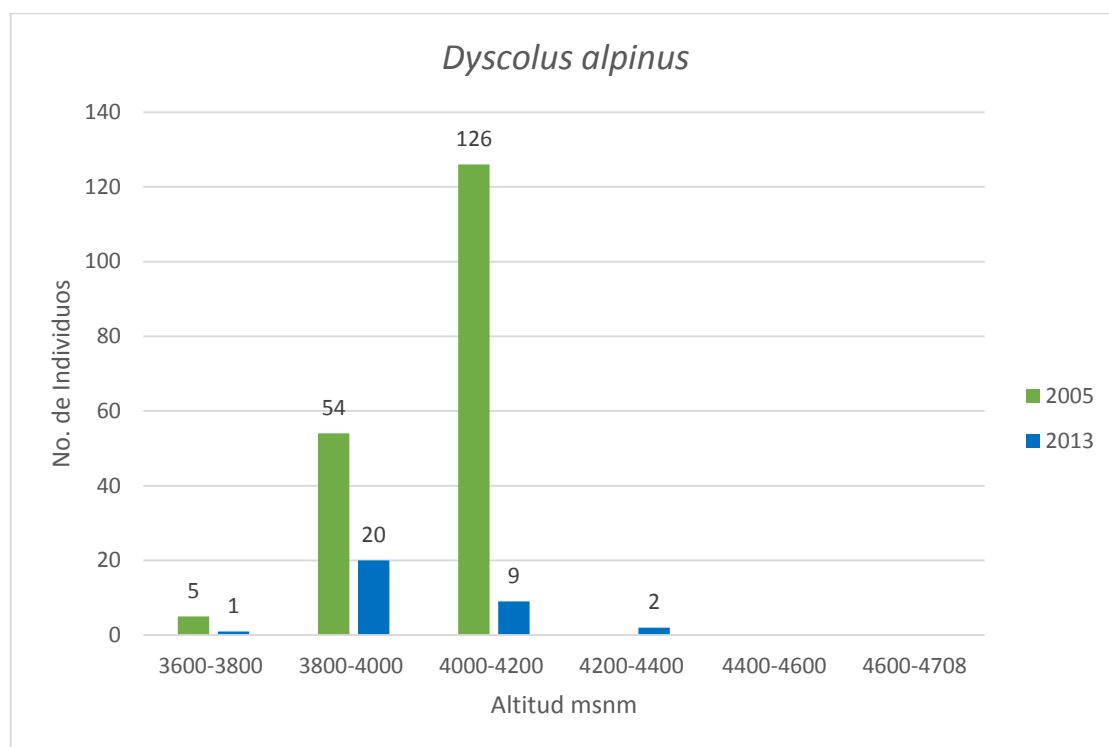
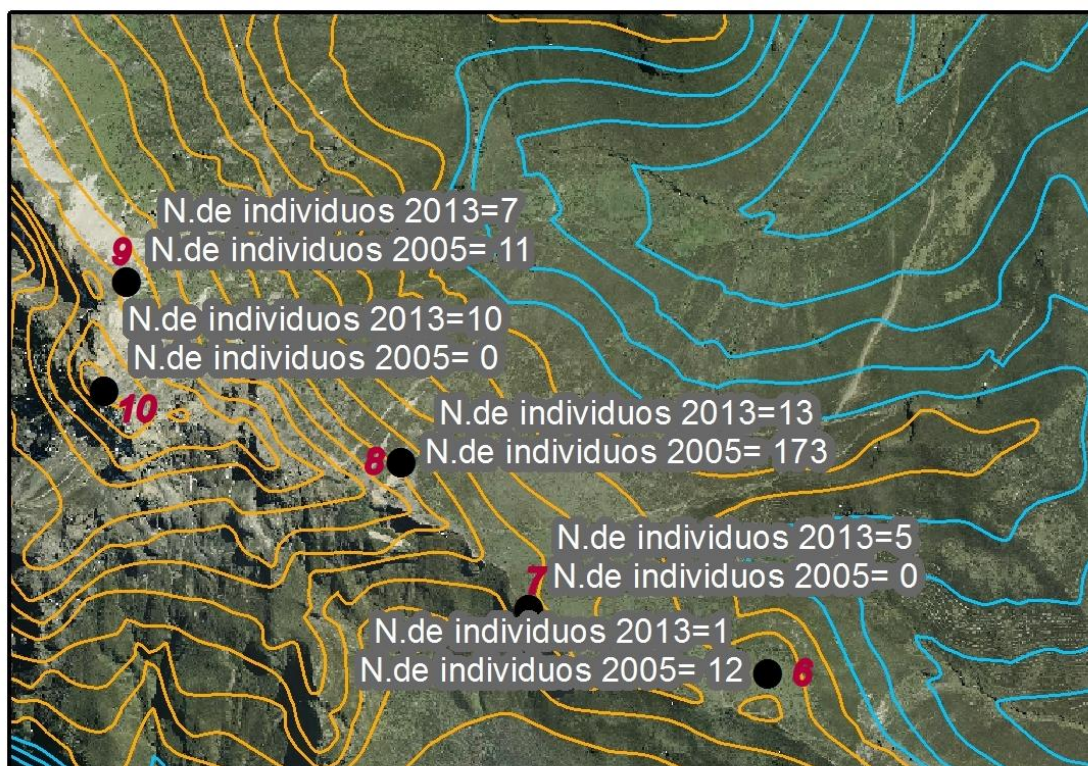


Figura 35. Gráfico de altitud vs. No. de individuos para *Dyscolus alpinus*, se puede apreciar la variación que existe en cuanto a la abundancia y al rango de distribución.

Dyscolus oopteroides

Leyenda

Curvas de Nivel

- 3280 - 4200 msnm, Arauz 2013
- 4200 - 4760 msnm, Moret 2005

Figura 36. Tenemos que en el 2005 Moret reporta 196 individuos (25.23%) para *Dyscolus oopteroides* entre los 4200 m a 4760 m, en el 2013 se encuentra sólo 36 (11.46%) en este mismo rango de altitud.

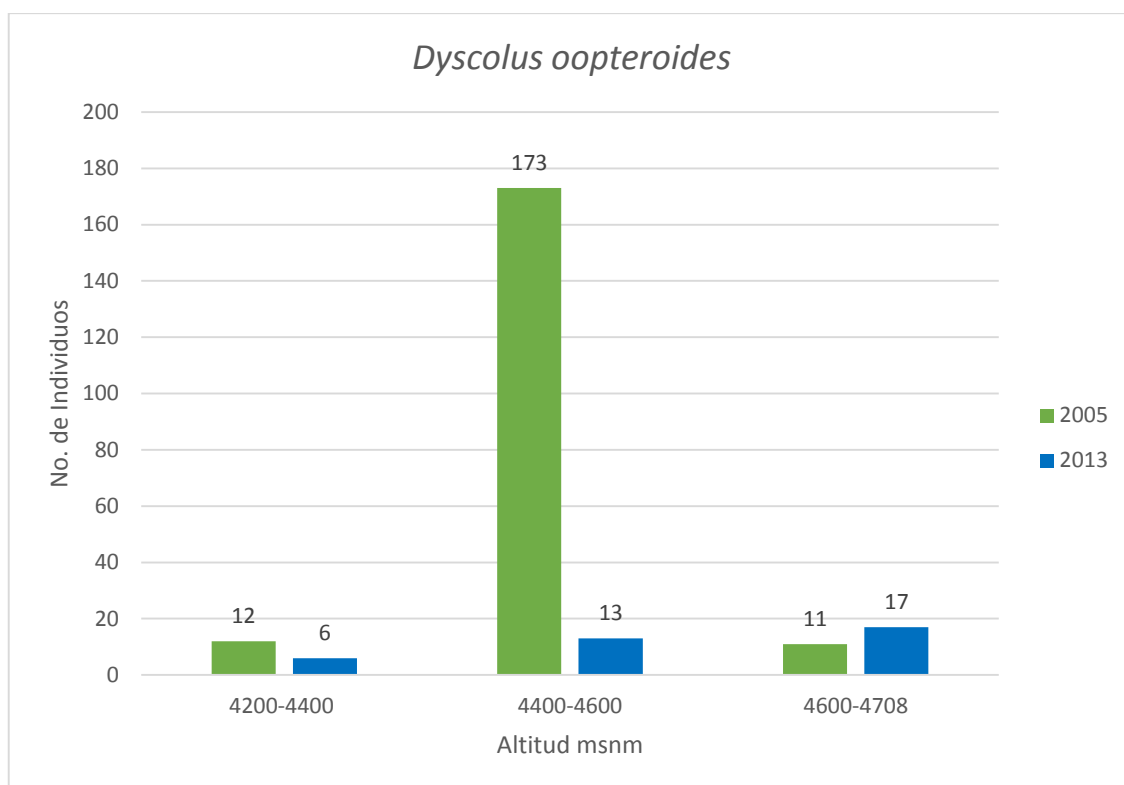


Figura 37. Gráfico de altitud vs. No. de individuos para *Dyscolus oopteroides*, se puede apreciar la variación que existe en cuanto a la abundancia y al rango de distribución.



Figura 38. Hongos laboulbeniales en el borde de los élitros de un individuo de *Blennidus mucronatus*, encontrado en el punto 9 a 4605m.

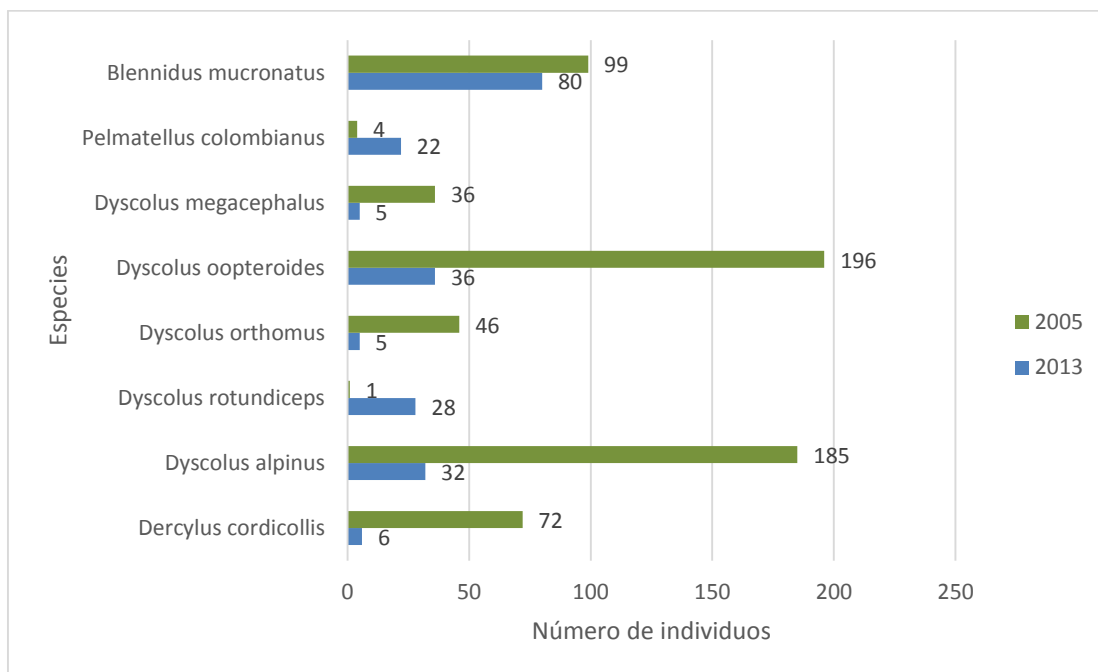


Figura 39. El gráfico muestra el número de individuos recolectados de las 8 especies en las cuales se evidencia un cambio entre el 2005 y el 2013.

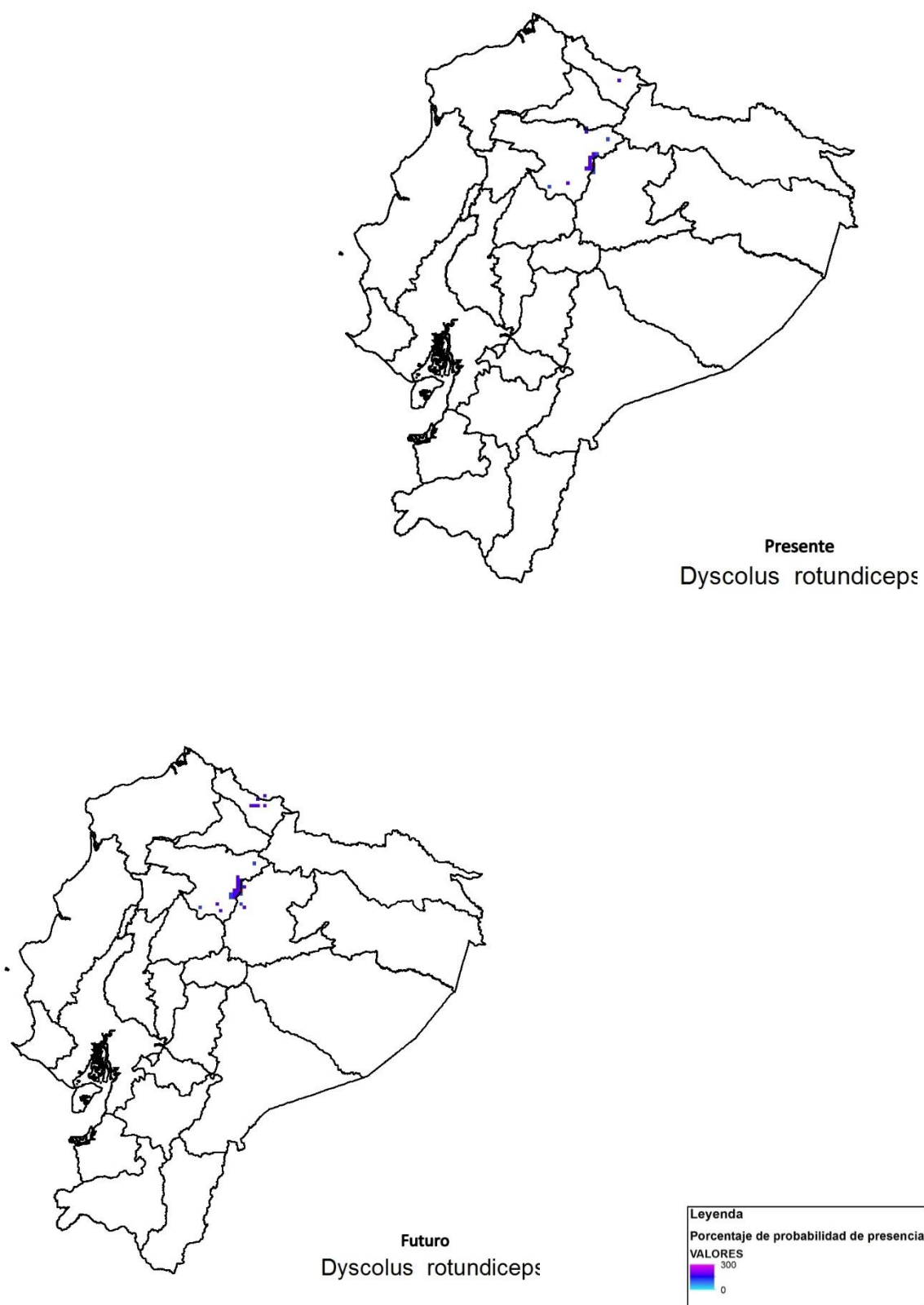


Figura 40. Vemos la distribución de *Dyscolus rotundiceps* presente y al futuro al 2060, en la que vemos que su distribución se ampliará hacia el N y hacia el Este a la provincia de El Napo.

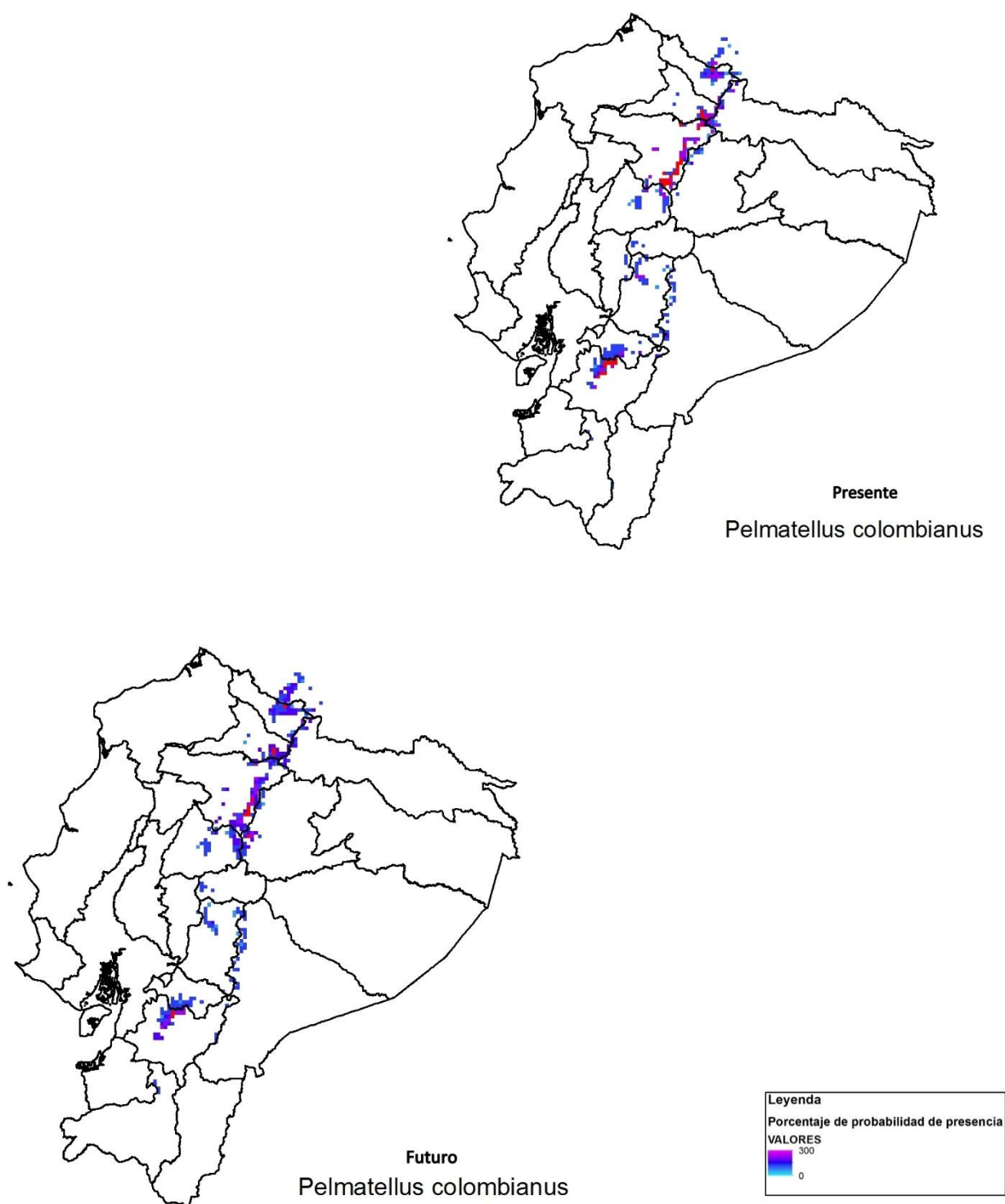


Figura 41. Vemos la distribución de *Pematellus colombianus* al presente y al futuro al 2060, en la que vemos que su distribución variará muy poco de la actual.

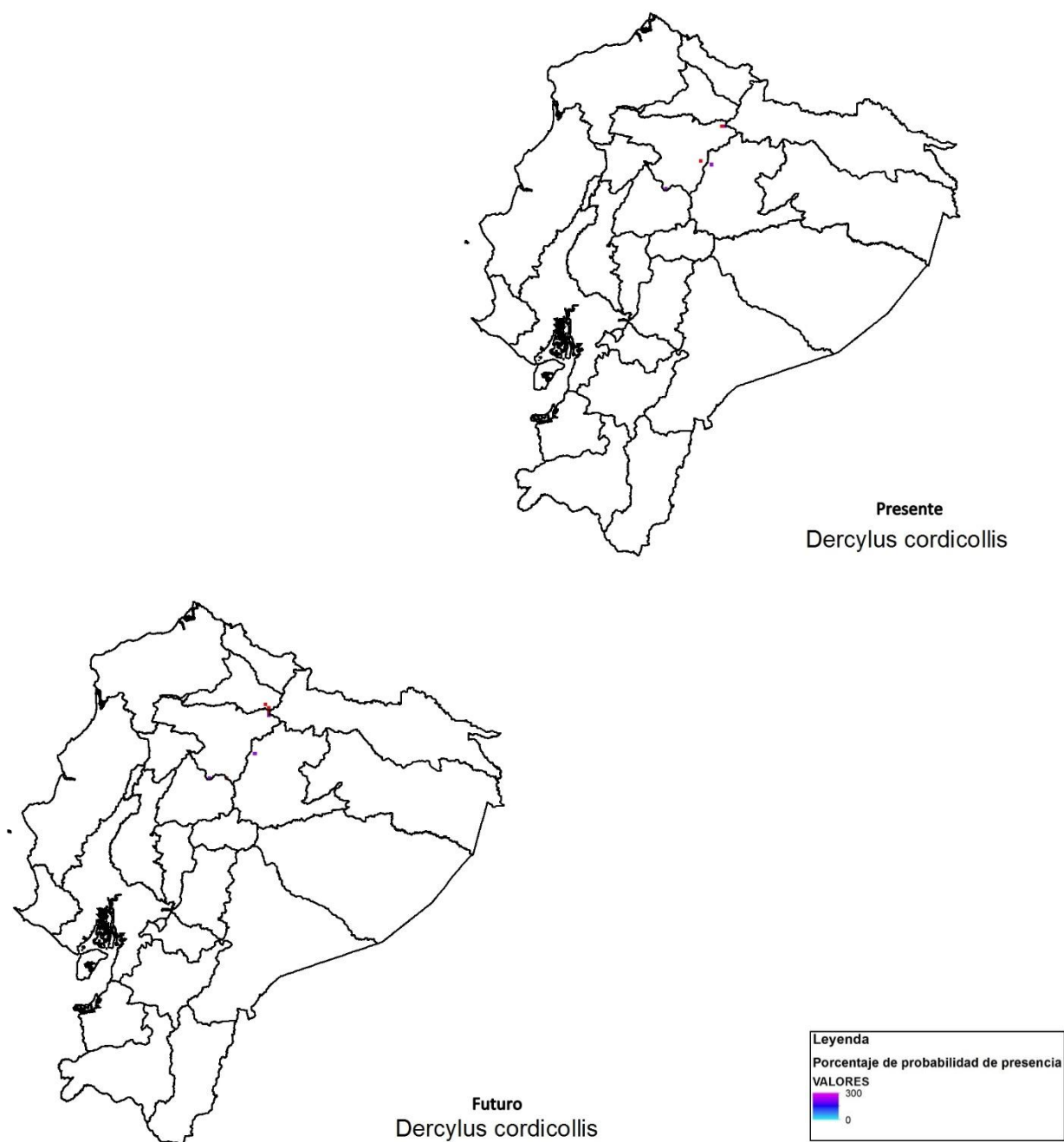


Figura 42. Vemos la distribución de *Dercylus cordicollis* al presente y al futuro al 2060, en la que vemos que su distribución prácticamente desaparecerá de la Provincia de Pichincha.

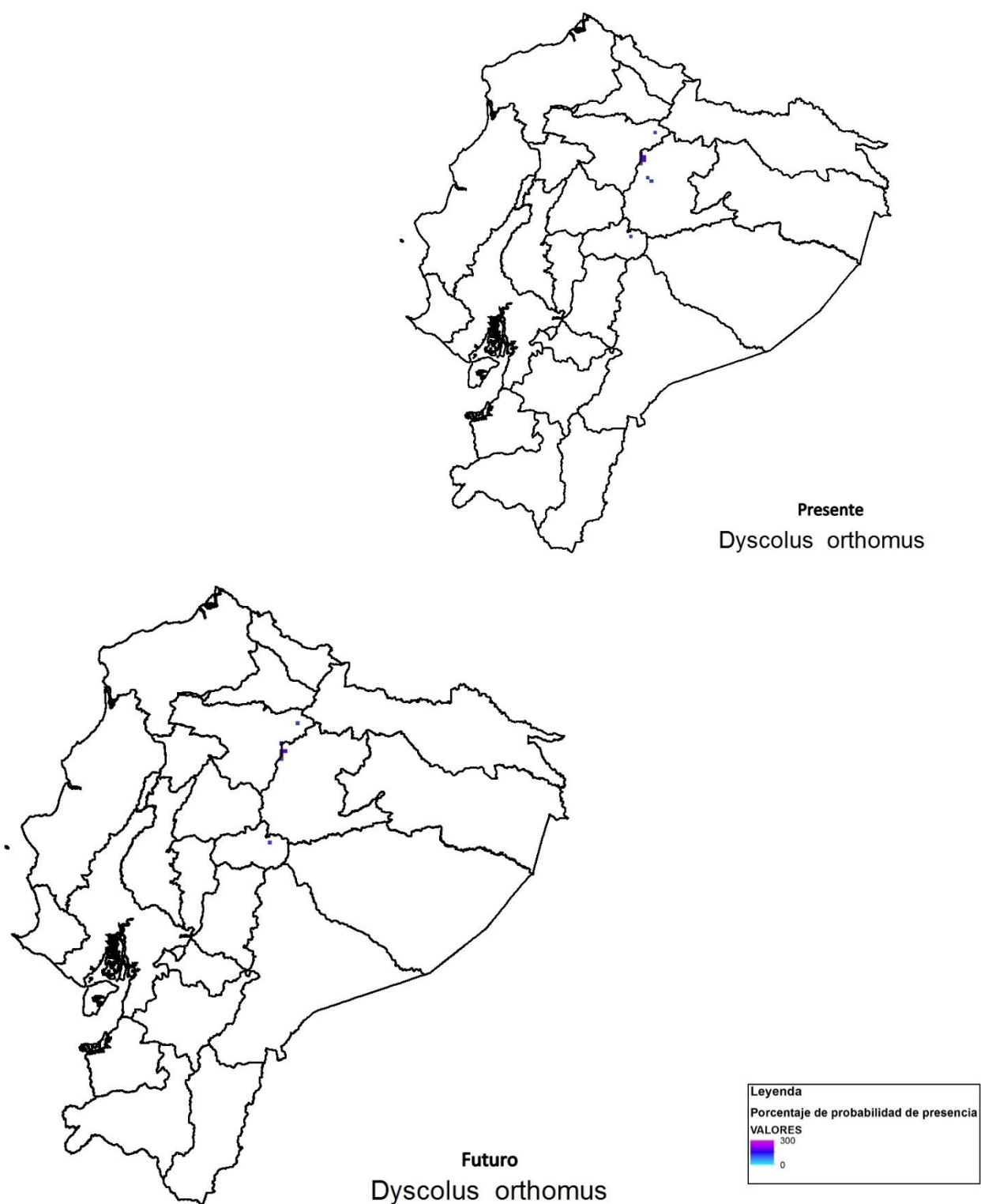


Figura 43. Vemos la distribución de *Dyscolus orthomus* al presente y al futuro al 2060, vemos que su distribución desaparece de la Prov. de El Napo.

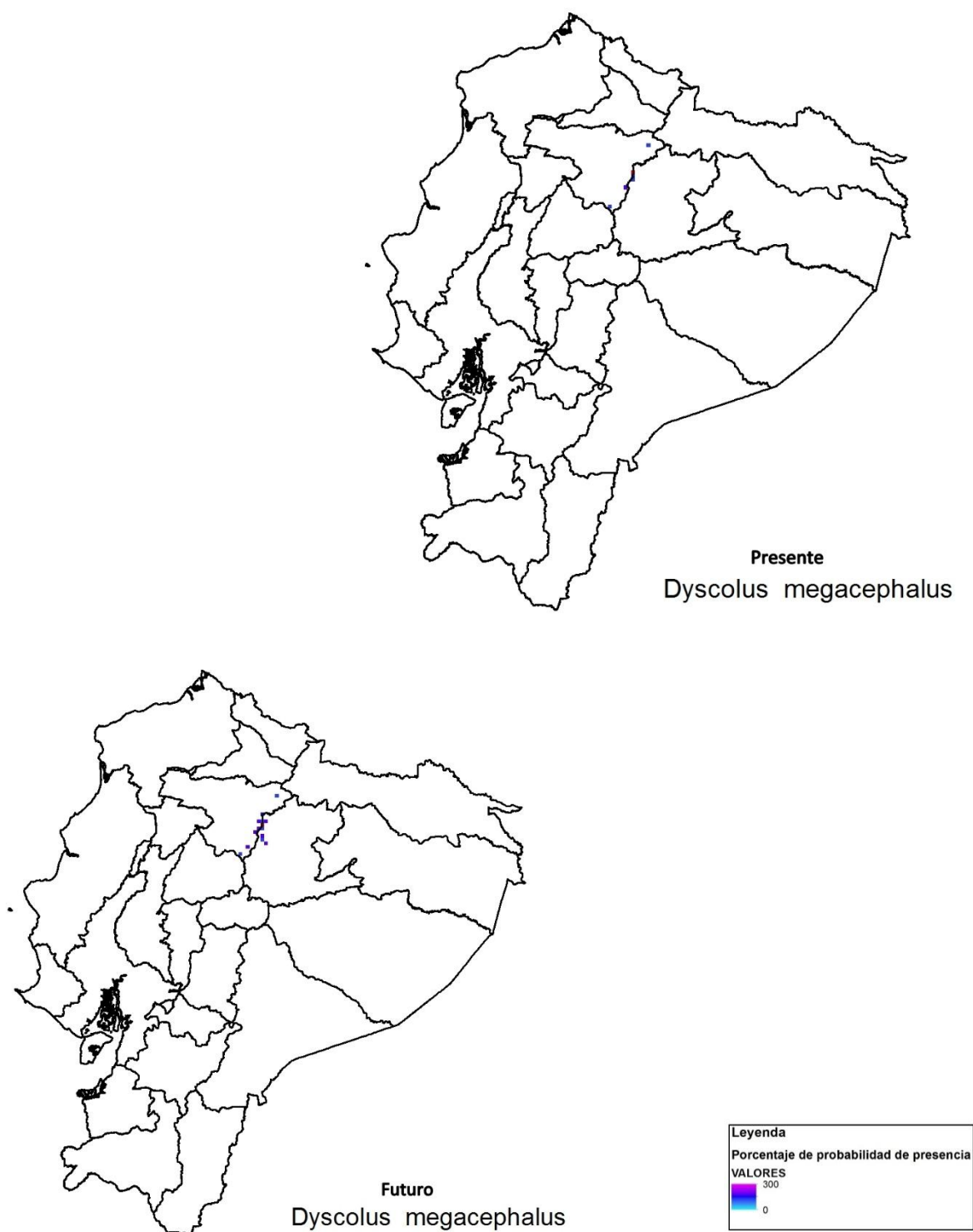


Figura 44. Vemos la distribución de *Dyscolus megacephalus* al presente y al futuro al 2060, vemos que su distribución se ampliará en el límite de la Prov. de Pichincha y Prov. de El Napo

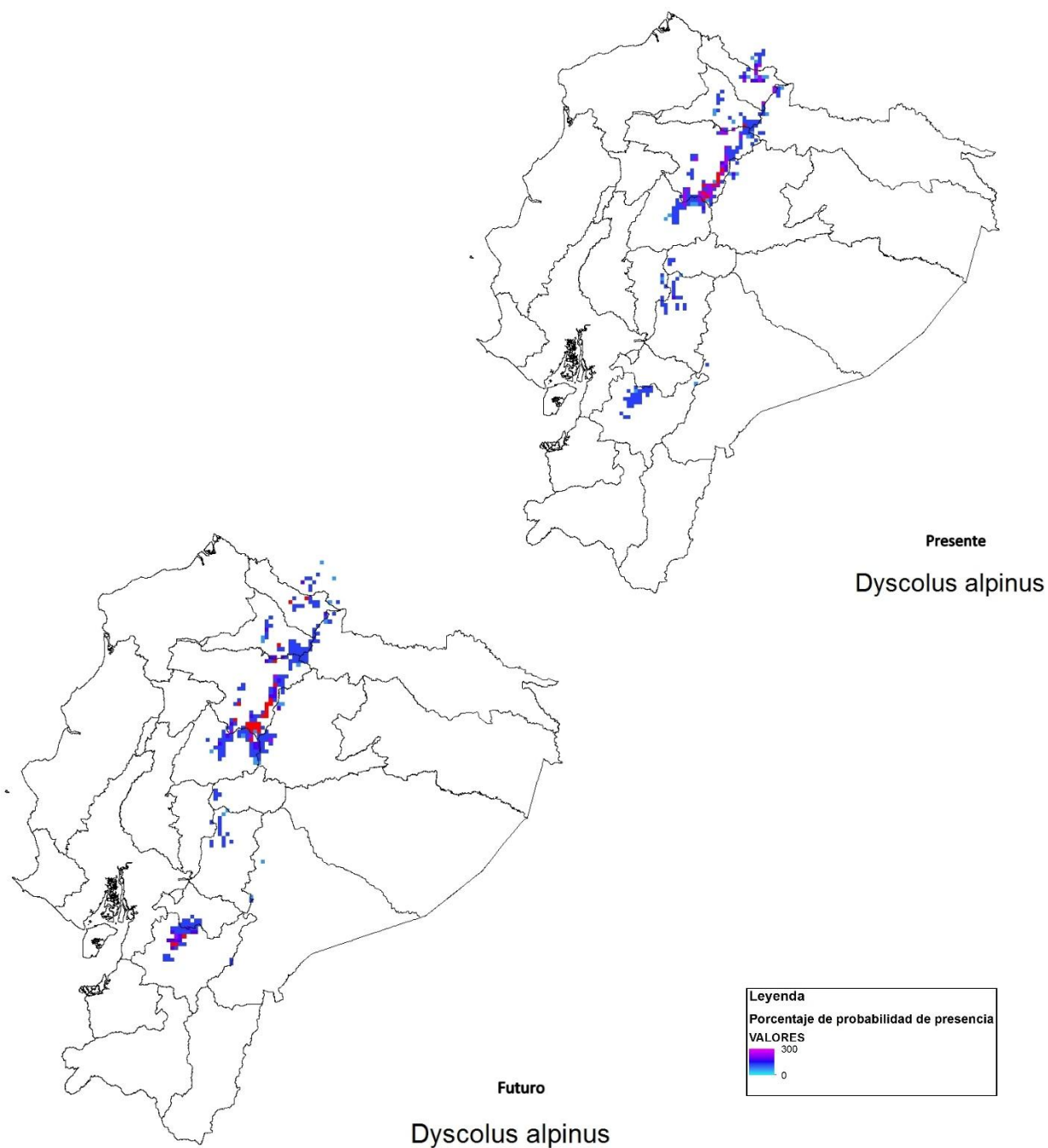


Figura 45. Vemos la distribución de *Dyscolus alpinus* al presente y al futuro al 2060, en la que vemos que su distribución se ampliará al Sur, hacia el N y hacia el Este a la provincia de El Napo.

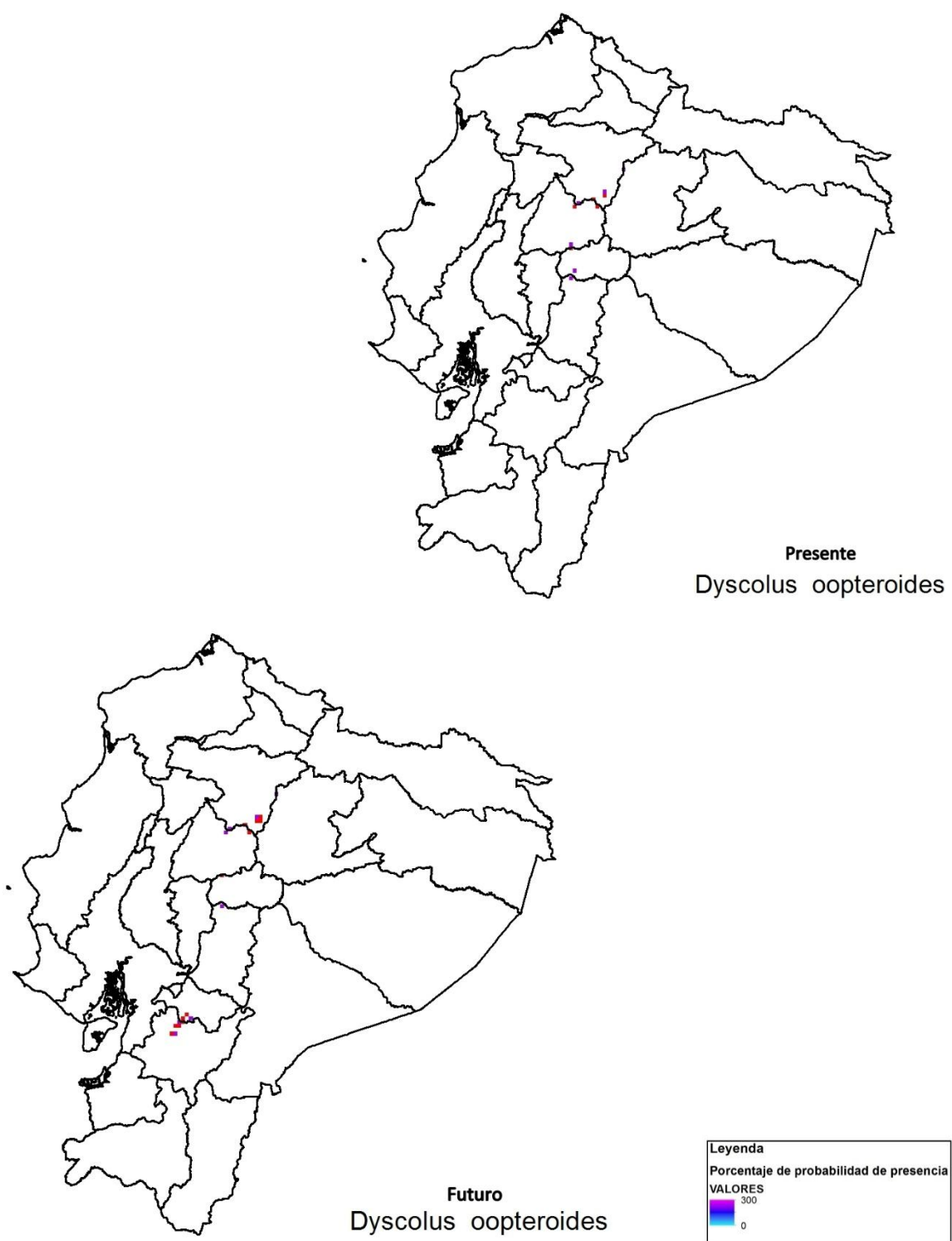


Figura 46. Vemos la distribución de *Dyscolus oopteroides* al presente y al futuro al 2060, vemos que su distribución se amplía a las provincias de Cañar y Azuay.

12. TABLAS

Tabla 1. Coordenadas geográficas y altitudes de los 10 puntos de muestreo.

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
Altitud	3305 m	3653 m	3887 m	3979 m	4210 m
Latitud	S 00 ⁰ 11'28.13"	S 00 ⁰ 11'25.77"	S 00 ⁰ 11'21.50"	S 00 ⁰ 10'58.9"	S 00 ⁰ 10'20.5"
Longitud	W 78 ⁰ 31'27.34"	W 78 ⁰ 31'52.65''	W 78 ⁰ 32'05.54"	W 78 ⁰ 32'25.2"	W 78 ⁰ 32'53.7"

	Punto 6	Punto 7	Punto 8	Punto 9	Punto 10
Altitud	4302m	4383 m	4441 m	4605 m	4708 m
Latitud	S 00 ⁰ 10' 4.9"	S 00 ⁰ 10'0.8"	S 00 ⁰ 09'51.5"	S 00 ⁰ 09'40.0"	S 00 ⁰ 09'46.9"
Longitud	W78 ⁰ 33'17.3"	W78 ⁰ 33'32.5"	W78 ⁰ 33'40.6"	W78 ⁰ 33'58.1"	W78 ⁰ 33'59.5"

Distribución altitudinal de las especies de Carabidae en el Volcán Pichincha en los años 1880 - 2005 - 2013																				
Genero	Especie	3600-3800 msnm			3800-4000 msnm			4000-4200 msnm			4200-4400 msnm			4400-4600 msnm			4600-4708 msnm			
		1880	2005	2013	1880	2005	2013	1880	2005	2013	1880	2005	2013	1880	2005	2013	1880	2005	2013	
<i>Oxitrechus</i>	* <i>sp</i>															2				
	<i>guaguanus</i>							11						1						
<i>Bembidion</i>	<i>chimborazonum</i>		2							1										
	<i>fulvocinctum</i>				1			1	5		7	11	17		46	14			6	
	<i>guaguae</i>													1						
	* <i>sp</i>												2							
<i>Sericoda</i>	<i>bembidioides</i>				2															
<i>Incagonum</i>	<i>andicola</i>	1	1	1																
<i>Glyotenoides</i>	<i>azureus</i>		2																	
<i>Dyscolus</i>	<i>alpinus</i>	numerosos	5	1	54	20		126	9				2							
	<i>denigratus</i>	1	1		11	5		15	4				12							
	<i>bordoni</i>		2			1			1				1							
	<i>palatus</i>							2			1	3								
	<i>rotundiceps</i>							1				1							27	
	<i>verecundus</i>					1		2						3					1	
	<i>orthomus</i>										1	3		45					2	
	<i>megacephalus</i>							1			3	1		23		7	9		4	
	<i>oopteroideis</i>										12	6	3	173	13		11		17	
	<i>diopsis</i>												14	6	1		12		14	
<i>Blennidus</i>	<i>pichincha</i>	1	1	1	2	1		1	1			3								
	<i>mucronatus</i>				4			17	10		16	21		60	24		2		25	
<i>Dercylus</i>	<i>cordicollis</i>		4	1	29	2		39				2							1	
<i>Pelmatellus</i>	<i>colombianus</i>	numerosos	3	3	1	1			17			1								
	* <i>variipes</i>	numerosos																		
* <i>Notiobia</i>	<i>peruviana</i>											1								
* Tribu	<i>Lebiini</i>					1														
	Subtotal	3	21	7	0	104	32	0	216	48	7	44	76	17	358	54	7	34	97	
	Total	34	777	314	* Especies no descritas en el Pichincha						* Especie recolectada por Whymp									

Tabla 2. Tabla comparativa entre los años 1880 donde se encontraron 5 géneros y 10 especies (reportado en Whymp, E. Viajes a través de los Majestuosos Andes, Apéndice Suplementario) , 2005 reportados 9 géneros y 21 especies (Moret. P, 2005) y 2013 encontramos 8 géneros, 21 especies y un individuo identificado hasta tribu.

Distribución altitudinal de las especies de Carabidae en el Volcán Pichincha 2013										
	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8	Punto 9	Punto 10
	3305m	3653 m	3887 m	3979 m	4210 m	4302m	4383 m	4441 m	4605 m	4708 m
<i>Oxitrechus guaguanus</i>										
* <i>sp</i>									1	1
<i>Bembidion chimborazonum</i>					1					
<i>fulvocinctum</i>					5	4	13	14	4	2
<i>guaguae</i>										
* <i>sp</i>					1		1			
<i>Sericoda bembidioides</i>										
<i>Incagonum andicola</i>	1									
<i>Glyotenoides azureus</i>										
<i>Dyscolus alpinus</i>		1	20	9	1	1				
<i>denigratus</i>			5	4	6	6				
<i>bordoni</i>			1	1	1					
<i>palatus</i>						3				
<i>rotundiceps</i>						1			4	23
<i>verecundus</i>			1						1	
<i>orthomus</i>						3				2
<i>megacephalus</i>							1			4
<i>oopterooides</i>						1	5	13	7	10
<i>diopsis</i>								1	4	10
<i>Blennidus pichincae</i>	1		1	1		3				
<i>mucronatus</i>				8	2	10	11	24	23	2
<i>Dercylus cordicollis</i>		1	1	1		2			1	
<i>Pelmatellus colombianus</i>	1	2	1	13	5					
* <i>Notiobia peruvianus</i>					1					
* <i>Tribu Lebiini</i>			1							
* Especies no descritas en el Pichincha										
	3	4	31	37	23	34	31	52	45	54
									Total	314

Tabla 3. Se recolectaron e identificaron 314 individuos, dentro de los que encontramos 8 géneros, 21 especies y un individuo que se identificó solo hasta tribu.

Tabla 4. Tabla con las coordenadas y altitudes de los puntos 3, 6,9 y 10

	Punto 3	Punto 6	Punto 9	Punto 10
altitud	3887 m	4302m	4605 m	4708 m
latitud	S 00 ⁰ 11'21.50"	S 00 ⁰ 10' 4.9"	S 00 ⁰ 09'40.0"	S 00 ⁰ 09'46.9"
longitud	W 78 ⁰ 32'05.54"	W78 ⁰ 33'17.3"	W78 ⁰ 33'58.1"	W78 ⁰ 33'59.5"

Ficha para muestreo de Carabidae en el Rucu Pichincha									
Fecha	Hora de captura	Punto	No. Carabidae	Humedad relativa	Temperatura	Pluviosidad	Descripción del Habitat		

Tabla 5. Ficha para muestreo de Carabidae en el Rucu Pichincha

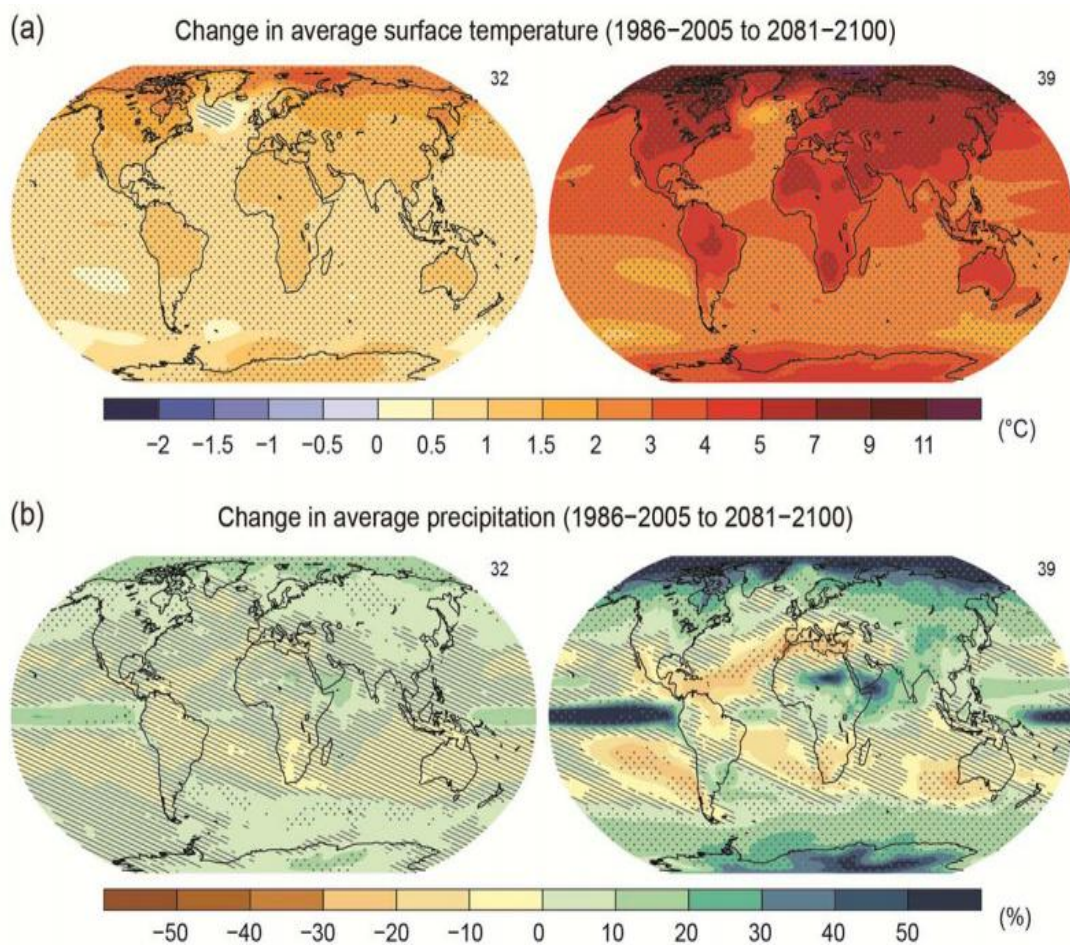
Tabla 6. Modelo de ficha de registro para el Laboratorio

Género	especie	punto	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septbre	octubre	novbre	dicbre
D.	<i>alpinus</i>	6	31	25	35	49	45	30	28	33	50	32	30	28
D.	<i>oreas</i>	5	8	4	9	2	5	6	2	7	8	9	4	1

Tabla 7. Modelo de ficha de registro para el Laboratorio

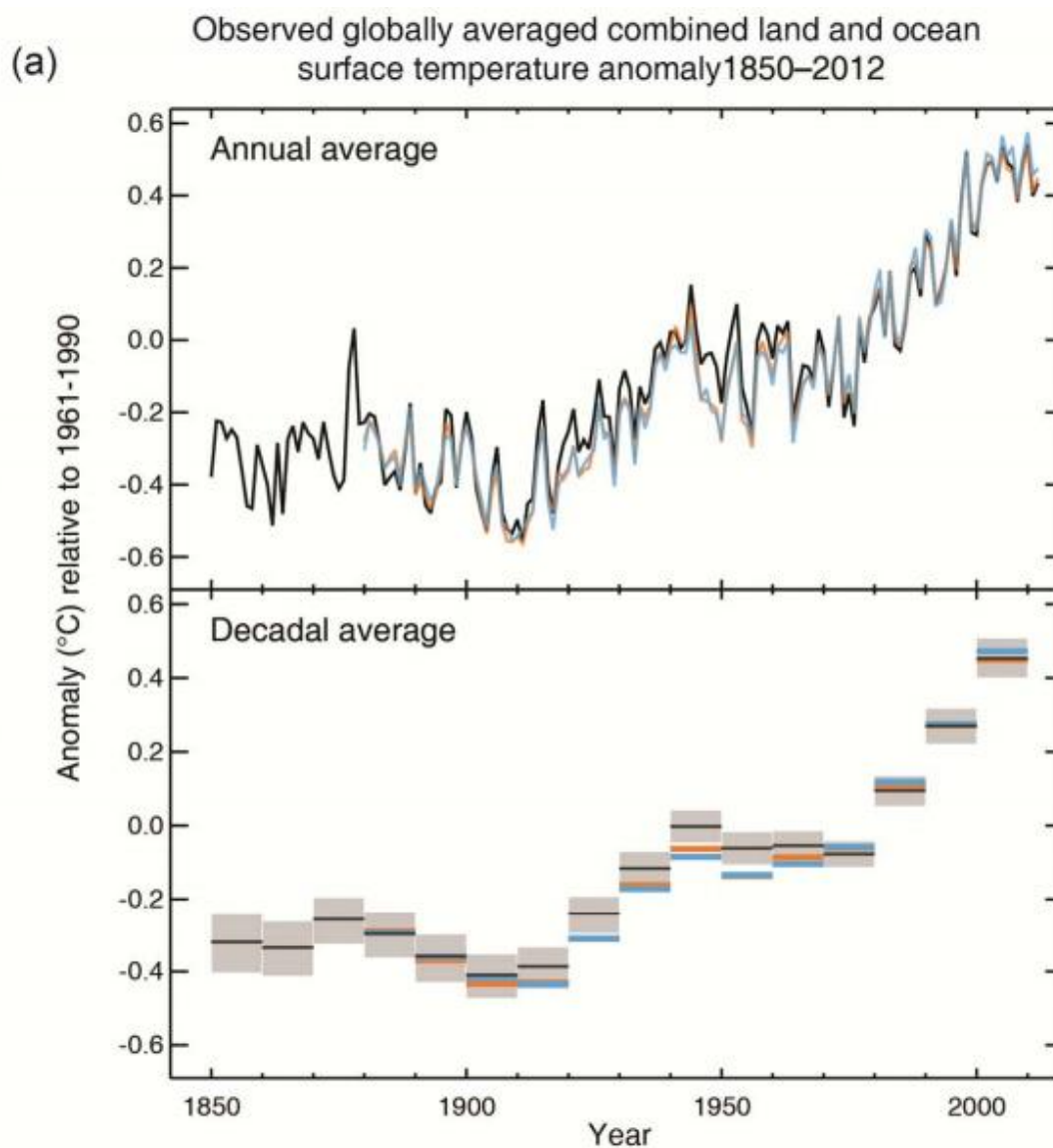
Género	especie	punto	Fecha	Temp °C	Hum. Rel.	Hábitat
<i>Bembidion</i>	<i>fulvocinctum</i>	9	15.11.2013	5	85%	muy húmedo
<i>Blennidus</i>	<i>mucronatus</i>	10	15.11.2103	2	89%	húmedo

13. ANEXOS



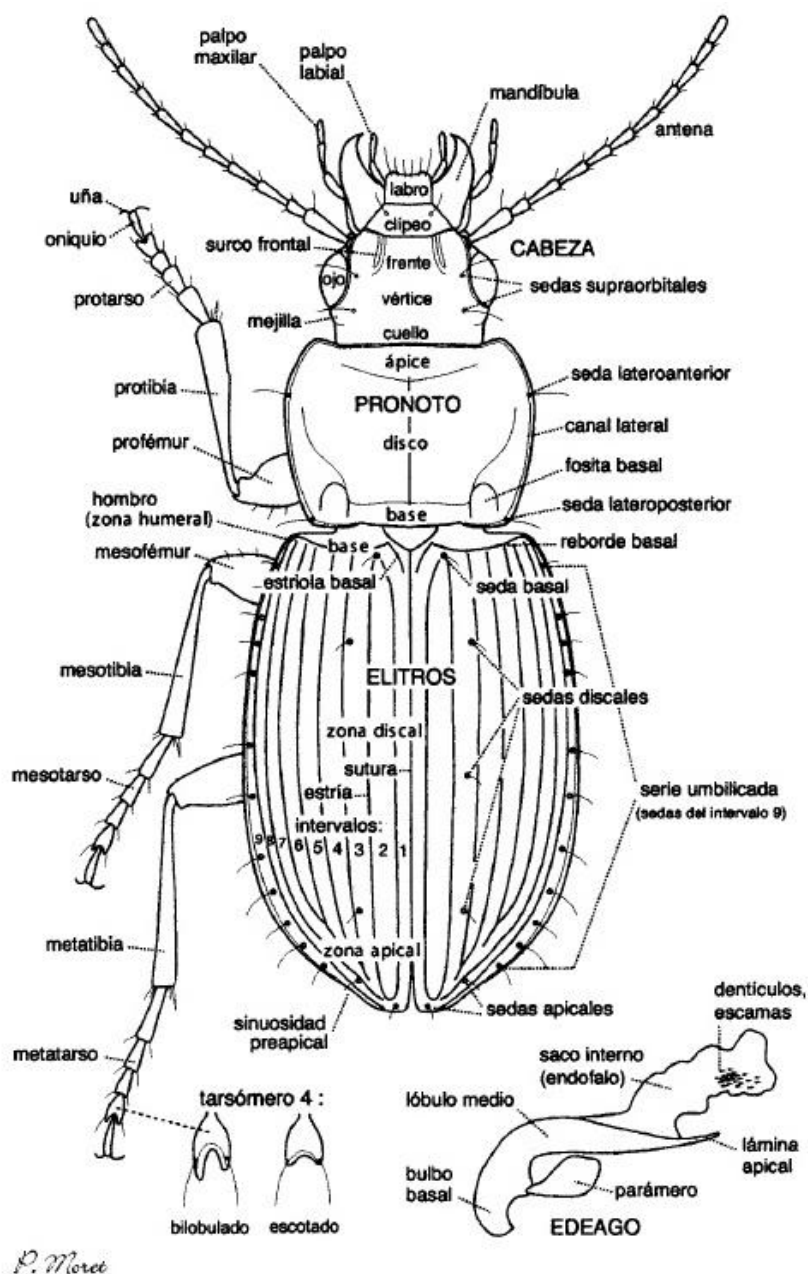
Anexo 1. Tomado de: Working Group I, Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report, Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Summary for Policymakers

http://www.climatechange2013.org/images/uploads/WGI_AR5_SPM_brochure.pdf



Anexo 2. Tomado de: Working Group I, Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report, Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Summary for Policymakers

http://www.climatechange2013.org/images/uploads/WGI_AR5_SPM_brochure.pdf



Anexo 3. Tomado de Moret P. 2005. Los Coleópteros Carabidae del páramo de los Andes del Ecuador. Sistemática, ecología y biogeografía. Monografía 2. QCAZ. PUCE

**Clave para identificar los géneros de Carabidae
presentes en el páramo ecuatoriano**

He seleccionado para esta clave caracteres que se pueden observar con lupa o a lo sumo con un microscopio binocular sencillo, procurando además que las identificaciones se puedan lograr sin disecciones o extracciones de partes internas. Por ello no menciono algunos caracteres que son importantes desde el punto de vista sistemático y filogenético, pero cuyo examen podría resultar difícil para un investigador no especializado. Por otra parte, llamo la atención del lector sobre el hecho de que esta clave contiene indicaciones que sólo tienen validez para las especies o los grupos de especies que se encuentran en el páramo ecuatoriano, de tal modo que no se la puede utilizar para identificar géneros de Carabidae en otros contextos faunísticos.

1. Una seda en la cara externa de las mandíbulas (a)2
— Cara externa de las mandíbulas sin seda (b)7

- 2 (1). Pronoto sin sedas laterales; élitros sin seda basal, sin sedas disciales y sin sedas apicales *Aquilex* (p. 30)
— Al menos una seda en los márgenes laterales del pronoto y una seda en el disco de los élitros3

- 3 (2). Último artejo de los palpos maxilares mucho más corto y más estrecho que el penúltimo, el cual lleva una pubescencia densa (a)4
— Último artejo de los palpos maxilares normal, aproximadamente tan largo como el penúltimo, el cual no lleva pubescencia (b)5

- 4 (3). Talla superior a 2 mm; ojos normalmente desarrollados; tegumentos bien pigmentados *Bembidion* (p. 34)
— Talla muy pequeña, inferior a 1,5 mm; anoftalmo; tegumentos despigmentados *Zoianillus* (p. 34)

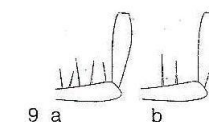
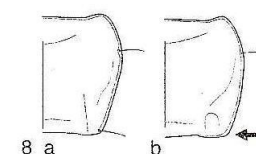
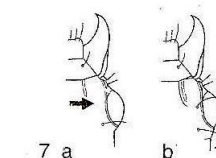
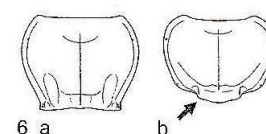
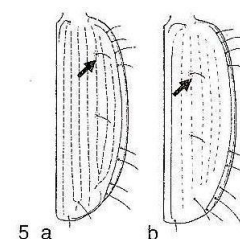
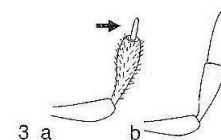
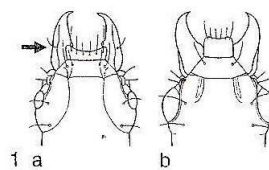
- 5 (3). Élitros con una seda o dos sedas disciales entre las estrías 4 y 5 o en la estría 5 (a). Talla generalmente mayor (4,0 a 6,7 mm en el Ecuador) .. *Paratrechus* (p. 65)
— Élitros con una seda o dos sedas disciales en la estría 3 (b), o sin ninguna seda en el disco de los élitros. Talla generalmente menor (2,5 a 4,6 mm en el Ecuador)6

- 6 (5). Base del pronoto escotada o recta, sin lóbulo saliente en medio (a). Élitros con una estriola basal y una estriola recurrente apical *Trechisibius* (p. 57)
— La parte media de la base del pronoto forma un lóbulo saliente hacia atrás, separado de los ángulos lateroposteriores por escotaduras oblicuas (b). Estriola basal y estriola recurrente apical obsoletas o ausentes *Oxytrechus* (p. 60)

- 7 (1). Cabeza con un solo par de sedas supraorbitales (a)8
— Cabeza con dos pares de sedas supraorbitales (b)11

- 8 (7). Seda lateroposterior del pronoto presente (a). Tegumentos muy esclerotizados, negros, nunca metálicos. Estrías elitrales profundas. Talla grande (14 a 18 mm) *Dercylus* (p. 179)
— Seda lateroposterior del pronoto ausente (b). Tegumentos menos esclerotizados, generalmente con reflejos metálicos. Estrías elitrales finas, superficialmente impresas, a veces obsoletas. Talla pequeña a mediana (3,9 a 13,6 mm)9

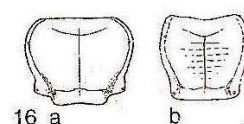
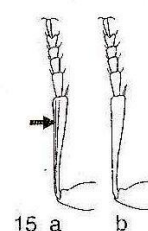
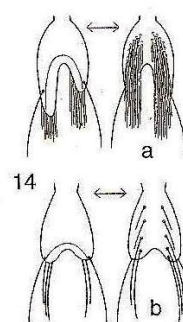
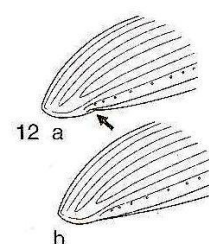
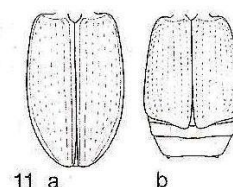
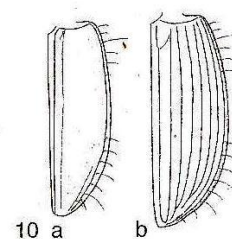
- 9 (8). Penúltimo artejo de los palpos labiales multisedoso (a). Talla mediana (en el Ecuador: 6,4 a 13,6 mm) *Notiobia* (p. 185)
— Penúltimo artejo de los palpos labiales bisedoso (b). Talla pequeña a mediana (3,9 a 8 mm)10



Anexo 4. Tomado de Moret P. 2005. Los Coleópteros Carabidae del páramo de los Andes del Ecuador. Sistemática, ecología y biogeografía. Monografía 2. QCAZ.

PUCE

- 10 (9). Estrías elitrales 2 a 7 muy superficiales, obsoletas en el disco (a).
Protarsos del macho no dilatados, sin revestimiento ventral de faneras
adhesivas (este carácter sólo vale para el grupo de especies presente en
el Ecuador). Talla pequeña (en el Ecuador: 3,9 a 4,6 mm)
.....*Bradycellus* (p. 200)
- Estrías elitrales 2 a 7 bien marcadas (b). Protarsos del macho dilatados,
provistos de un revestimiento ventral esponjoso. Talla pequeña a
mediana (en el Ecuador: 4,2 a 8 mm)*Pelmatellus* (p. 188)
- 11 (7). Lados de los élitros regularmente arqueados, paulatinamente
estrechados hacia el ápice, cubriendo el abdomen por completo (a) ..12
— Élitros cortos, truncados, dejando visible el ápice del abdomen (b) ..16
- 12 (11). Epipleuras cruzadas un poco antes del ápice de los élitros, con un
pliegue visible lateralmente, formado por la torsión de la arista radial
interna (a). Apéndices más cortos y más robustos*Blennidus* (p. 155)
— Epipleuras simples, paulatinamente atenuadas, sin torsión preapical
(b). Apéndices más alargados y más finos13
- 13 (12). Superficie de los élitros alternativamente irisada y granulosa, con
anchas foveas pilíferas. Macróptero. Talla pequeña (5,3 a 7 mm).....
.....*Sericoda* (p. 77)
— Élitros no irisados, el intervalo 3 con poros pilíferos pequeños, nunca
insertos en grandes depresiones o foveas (o sin ninguna seda en algunas
especies de *Dyscolus*). Alas enteras o atrofiadas. Talla variable, gene-
ralmente mayor.....14
- 14 (13). Las sedas ventrales del metatarsómero 4 forman dos mechones de
sedas en desorden, más o menos densas, no alineadas (a). En las espe-
cies del páramo los élitros son negruzcos o parduzcos, sin coloración
metálica*Dyscolus* (p. 85)
— Las sedas ventrales del metatarsómero 4 son menos numerosas y se
dividen en dos hileras paralelas (b). Élitros con reflejos metálicos
variables.....15
- 15 (14). Cara superior (o externa) de las tibias rugosa, canaliculada o
deprimida (a)*Glyptolenoides* (p. 81)
— Cara superior de las tibias lisa y convexa (b)*Incagonum* (p. 79)
- 16 (11). La parte media de la base del pronoto forma un lóbulo saliente,
separado de los ángulos lateroposteriores por dos profundas escotadu-
ras (a)*Lebia* (p. 203)
— Base del pronoto recta o levemente arqueada, sin lóbulo
saliente (b)*Mimodromius* (p. 204)



Anexo 5. Tomado de Moret P. 2005. Los Coleópteros Carabidae del páramo de los Andes del Ecuador. Sistemática, ecología y biogeografía. Monografía 2. QCAZ. PUCE

Anexo 6. Parámetros usados por el programa BIOCLIM para generar los mapas de distribución de especies

-
- BIO1 = Temperatura promedio anual
 BIO2 = Promedio Rango diurna (media del mes (max temp - min temp)
 BIO3 = Isothermality (BIO2/BIO7) (* 100)
 BIO4 = Estacionalidad temperatura (desviación estándar * 100)
 BIO5 = Temperatura máxima de más cálido Mes
 BIO6 = Temperatura mínima del mes más frío
 BIO7 = Rango de temperatura anual (BIO5-BIO6)
 BIO8 = Temperatura media del trimestre más húmedo
 BIO9 = Temperatura media del trimestre más seco
 BIO10 = Temperatura media del trimestre más cálido
 BIO11 = Temperatura media del trimestre más frío
 BIO12 = Precipitación anual
 BIO13 = La precipitación del mes más lluvioso
 BIO14 = La precipitación del mes más seco
 BIO15 = Precipitación Estacionalidad (coeficiente de variación)
 BIO16 = Precipitación del trimestre más húmedo
 BIO17 = Precipitación del cuarto más seco
 BIO18 = Precipitación del cuarto más cálido
 BIO19 = Precipitación del trimestre más frío
-

Al moverse de un lugar a otro con continuas variaciones de altitud, como lo hicimos nosotros en el interior, no es fácil saber si un mes es más caliente que otro; pero del *Boletín* del Observatorio de Quito³⁵ pude construir la tabla siguiente:

Fecha	Máximo observado en cualquier día del mes		Mínimo observado en cualquier día del mes	
Diciembre, 1879	22,8	(8 de dic.)	4,8	(1ero de dic.)
Enero, 1880	23,7	(2 de ene.)	7,4	(2 de ene.)
Febrero, 1880	24,0	(27 de feb.)	7,0	(12, 13 y 22 de feb.)
Marzo, 1880	22,9	(3 de mar.)	5,6	(24 de mar.)
Abril, 1880	22,5	(14 de abr.)	7,0	(20 de abr.)
Mayo, 1880	22,3	(3 de mayo)	8,0	(2, 20 y 21 de may.)
Junio, 1880	22,8	(17 de jun.)	6,5	(3 y 30 de jun.)
Julio, 1880	22,6	(19 de jul.)	6,7	(6 de jul.)
Agosto, 1880	22,6	(2 y 5 de agst.)	3,5	(12 de agst.)
Septiembre, 1880	23,4	(23 de sept.)	4,1	(10 de sept.)
Octubre, 1880	20,2	(9 de oct.)	5,6	(5, 6, 7 y 11 de oct.)
Noviembre, 1880	20,3	(29 de nov.)	6,8	(14 y 22 de nov.)

Anexo 7. Tomado de: Whymper, E.2001. Viajes a través de los Majestuosos Andes del Ecuador. 3era. Ed. Ediciones Abya Yala Quito, Ecuador.

Registro anual de temperatura del Observatorio de Quito, la temperatura máxima promedio era 22,5° C, la mínima promedio 6,08° C nos da un promedio de 14, 29° C

METEOROLOGIA DE CRUZ-LOMA (3950 m.s.n.), CORDILLERA OCCIDENTAL

Longitud 78° 30' W. Latitud 0° 15' N.

AÑOS	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA					L L U V I A		
	máxima media	mínima media	máxima media	mínima absoluta	mínima absoluta	humedad relativa %	suma mensual mm	Nubosidad
1930 — 1984								
Enero	5.7	8.5	4.2	11.5	2.6	94	526.2	8
Febrero	5.7	8.7	4.0	11.5	2.8	86	121.0	7
Marzo	5.8	8.9	4.2	11.3	3.5	89	156.5	8
Abril	6.0	9.6	4.4	11.6	3.7	90	252.5	8
Mayo	6.0	9.6	4.1	11.5	3.4	87	95.0	7
Junio	4.9	8.2	3.2	9.8	1.2	84	65.0	6
Julio	5.4	9.6	3.2	11.8	2.0	80	14.7	7
Agosto	5.1	10.0	2.8	12.0	0.6	79	48.0	7
Septiembre	5.3	9.4	3.1	11.8	2.1	84	98.6	8
Octubre	5.2	9.0	3.8	11.4	1.9	82	115.0	7
Noviembre	5.2	8.7	3.2	11.6	2.2	88	107.0	8
Diciembre	5.3	8.7	3.5	11.5	1.4	82	213.8	8
PROMEDIOS:	5.5	9.1	3.6	12	0.6	85.4	1,813.8	7.5

FUENTE: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Arreglo didáctico por el Autor de esta Monografía.

Anexo 8 .Tomado de Acosta-Solís M., 1984. Los páramos andinos del Ecuador. Publicaciones Científicas Más, Quito.

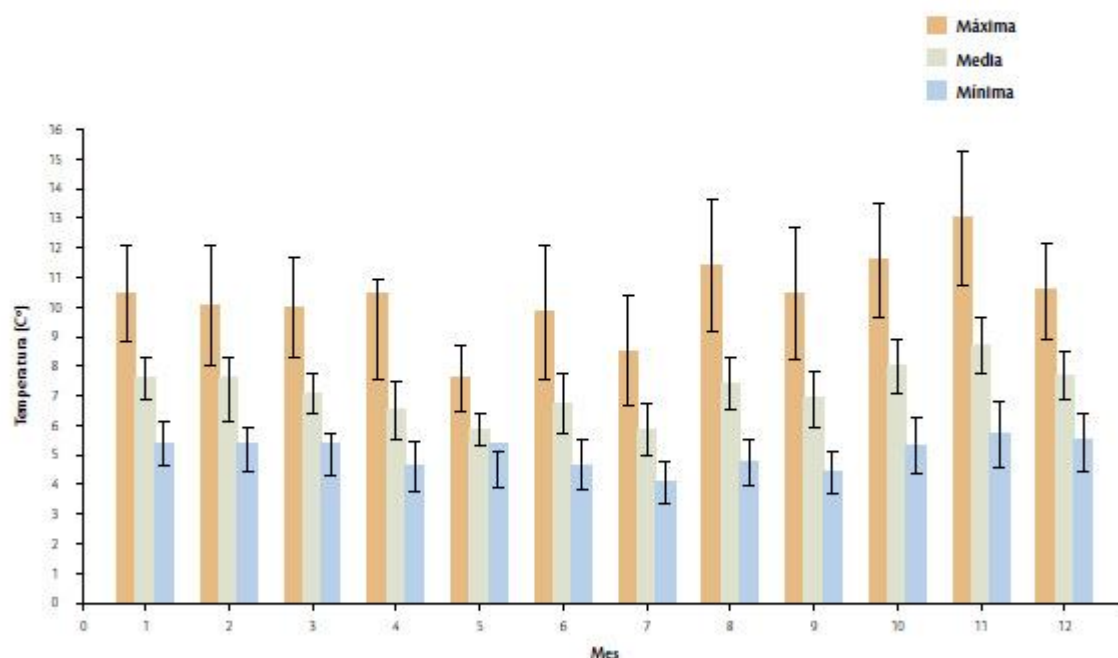
Anexo 9. Tomado de Instalación del Sitio Piloto Complejo Volcánico Pichincha (ECPIC) Francisco Cuesta, Silvia Salgado, Francisco Prieto y Sisimac Duchicela
Iniciativa de Estudios Ambientales Andinos – CONDESAN

Cimas	Elevación	Elevación (HSP)	Latitud (S)	Longitud (W)
Padre Encantado	ECU-PIC-PEN	4582	00°10'03,8"	78°34'23,8"
Ingapirca	ECU-PIC-ING	4424	00°08'11,9"	78°34'20,4"
Chuquiragua	ECU-PIC-CHU	4394	00°10'49,9"	78°34'37,4"
La Despensa	ECU-PIC-LDP	4044	00°07'57,2"	78°34'43,9"

<http://www.condesan.org/gloria/sites/default/files/Informe%20de%20avance%20Pichincha%2002-02-11.pdf>

Debido al corto tiempo transcurrido desde la instalación del sitio, la única cima que tiene una línea temporal de datos climáticos de más de un año es Ingapirca (Figura 19).

FIGURA 19.
Promedio de la temperatura mensual máxima, mínima y media mensual del suelo (-10 cm de profundidad), registradas en la cima Ingapirca (ING) del sitio Pichincha (ECPIC), desde su instalación hasta el momento.



Anexo 10. Tomado de ECPIC ING En: Cuesta F., P. Muriel, S. Beck, R. I. Meneses, S. Halloy, S. Salgado, E. Ortiz y M.T. Becerra (Eds.). 2012. Biodiversidad y Cambio Climático en los Andes Tropicales - Conformación de una red de investigación para monitorear sus impactos y delinear acciones de adaptación. Red Gloria Andes. Lima-Quito. Pp 180.

<http://www.condesan.org/gloria/sites/default/files/Informe%20de%20avance%20Pichincha%2002-02-11.pdf>

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA																	
Temperatura Media Mensual (°C)																	

SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS																	

NOMBRE: QUITO INAMHI-INNAQUITO					CODIGO: M0024												
PERIODO: 1900 - 2012 LATITUD: 0G 10' 0" S										LONGITUD: 78G 29' 0" W					ELEVACION: 2789.00		

AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA			
1975	13.1	12.0	12.9	13.7	13.0	13.2			12.6	12.7							
1976	12.9	12.2	13.1	13.3	13.4	13.1	13.6	13.4	14.7	13.6	13.7	13.4	160.4	13.3			
1977	13.9	13.5	14.4	13.7	14.2	13.1	14.0	14.5	15.0	13.5	13.4	14.5	167.7	13.9			
1978	13.8	14.6	14.4	13.4	14.7	14.6	14.4	15.0	14.4	14.4	15.0	14.2	172.9	14.4			
1979	14.4	14.4		14.8	14.5	14.7	14.8	14.8	14.2	14.7	14.7	14.8					
1980	15.0	13.7	15.3	14.7	15.2	15.2	15.0	15.2	15.4	14.5	14.1	14.4	177.7	14.8			
1981	14.7	14.6	14.5	14.6	14.4	14.4	14.1	14.7	15.2	14.9	14.3	14.8	175.2	14.6			
1982	13.8	14.4	14.5	14.3	14.4	15.3	14.9	15.7	15.0	13.9	14.4	14.5	175.1	14.5			
1983	15.6	15.4	15.1	14.7	15.1	14.8	14.8	15.2	14.8	14.5	15.1	13.5	178.6	14.8			
1984	12.9	13.0	14.0	13.6	13.5	14.0	13.9	15.0	13.6	13.8	13.5	14.8	165.6	13.8			
1985	13.6	14.3		14.1	14.3			14.6									
1986	14.4	13.7	13.5	14.6	14.6	15.0	15.2	15.1	15.3	14.3	14.5	14.9	175.1	14.5			
1987	15.1	15.9	14.9	14.8	14.9	15.9	15.1	15.6	15.2	14.6	15.4	15.9	183.3	15.2			
1988	15.2	15.0	15.0	14.3	14.6	14.2	14.2	14.4	14.4	14.0	13.8	13.2	172.3	14.3			
1989	13.9	13.7	13.0	14.5	14.5	13.8	14.2	15.0	14.7	14.4	15.5	14.9	172.1	14.3			
1990	15.4	14.1	15.3	14.9	15.2	15.6	14.6	15.7	15.6	14.1	15.2	14.9	180.6	15.0			
1991	14.8	15.4	14.6	14.7	15.0	15.6	15.0	15.0	15.3	15.0	14.2	14.9	179.5	14.9			
1992	15.5	15.3	15.6	15.2	15.0	15.8	15.0	15.3	14.8	15.3	14.5	15.0	182.3	15.1			
1993	14.4	14.1	13.9	14.7	14.6	16.0	15.1	15.5	14.8	15.3	14.3	14.7	177.4	14.7			
1994	14.1	14.4	14.2	14.6	15.1	15.5	15.3	15.3	16.1	14.6	14.2	14.9	178.3	14.8			
1995	15.1	15.1	14.7	15.1		15.3	14.8	15.1	15.5	14.8	14.1	14.0					
1996	13.6	14.0	13.9	14.1	14.5	14.7	14.4	15.2	15.3	14.2	14.6	14.9	173.4	14.4			
1997	14.0	15.0	14.8	14.8	15.5	14.8	16.1	16.3	15.7	15.5	14.5	15.8	182.8	15.2			
1998	16.7	16.4	16.0	15.9	15.7	15.4	14.9	15.2	15.2	14.9	14.6	14.7	185.6	15.4			
1999	14.1	13.4	14.1	14.4	14.2	13.9	14.8	15.1	14.0	14.2	14.6	13.8	170.6	14.2			
2000	13.6	13.4	13.9	14.1	14.1	14.6	14.6	15.3	14.2	15.5	14.6	14.4	172.3	14.3			
2001	13.8	14.9	14.2	15.2	15.1	15.4	15.2	16.3	14.8	16.2	15.1	15.3	181.5	15.1			
2002	15.1	14.9	15.0	14.3	15.5	15.2	15.9	16.0	16.0	15.3	14.9	15.2	183.3	15.2			
2003	15.9	16.0	15.0	15.1	15.7	14.9	15.6		15.8	15.4	15.0	14.8					
2004	15.1	15.0	15.9	15.0	15.5	15.9	15.1	16.2	15.5	14.9	15.0	14.8	183.9	15.3			
2005	15.2	15.5	15.0	15.8	15.7	16.0	16.2	16.1	16.4	14.6	14.7	13.9	185.1	15.4			
2006	14.6	15.1	14.5	14.7	15.5	15.1	16.1	16.2	16.0	15.3	14.5	14.9	182.5	15.2			
2007	16.0	15.4	15.0	14.8	15.3	15.3	15.6	15.2	16.1	14.5	14.9	14.0	182.1	15.1			
2008	14.6	13.6	13.7	14.3	14.2	14.9	14.8	14.6	15.5	14.5	14.3	14.4	173.4	14.4			
2009	14.5	14.5	14.8	15.2	15.3	15.5	16.0	16.3	17.0	16.0	15.9	15.9	186.9	15.5			
2010	16.5	17.0	16.8	15.7		15.0	14.6	15.0	15.1	15.2	13.6	14.0					
2011	14.6	14.3	13.9	13.9	15.5	15.3	14.9	15.4	15.5	14.4	14.6	14.6	176.9	14.7			
2012	14.1	14.1		14.2	15.3	15.9	16.6	16.2	16.6	15.2							

media	14.5	14.5	14.5	14.5	14.8	14.9	14.9	15.3	15.2	14.7	14.4	14.5	177.2	14.7			
minima	12.9	12.0	12.9	13.3	13.0	13.1	13.6	13.4	13.6	13.5	12.6	12.7	12.0				
maxima	16.7	17.0	16.8	15.9	15.7	16.0	16.6	16.3	17.0	16.2	15.9	↑					

Anexo 11. Datos de temperatura obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador

Precipitación Total Mensual (mm)														
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS														
NOMBRE: QUITO INAMHI-INNAQUITO CODIGO: M0024														
PERIODO: 1900 - 2013 LATITUD: 0G 10' 0" S LONGITUD: 78G 29' 0" W ELEVACION: 2789.00														
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	SUMA	MEDIA
1975	63.5	208.2	206.1	119.7	160.1	55.6	148.2	57.5	44.3	157.8	95.3	51.3	1367.6	113.9
1976	74.2	84.6	153.0	92.8	122.3	30.2	1.4	1.4	41.2	80.3	90.8	130.4	902.6	75.2
1977	70.6	33.1	142.6	87.2	73.8	50.5	9.5	18.2	119.6	107.2	19.4	117.5	849.2	70.7
1978	58.8	80.0	81.6	115.5	75.5	13.5	72.6	3.2	118.8	21.3	75.7	91.1	807.6	67.3
1979	51.8	43.1	119.0	131.4	168.0	66.7	9.3	76.0	154.8	46.5	51.5	3.2	921.3	76.7
1980	110.3	215.6	71.3	116.8	28.6	18.6	6.6	14.7	67.8	134.7	134.9	70.6	990.5	82.5
1981	9.8	157.5	152.0	221.5	57.6	25.7	14.9	56.8	79.1	85.0	83.6	112.9	1056.4	88.0
1982	140.9	73.8	103.6	148.3	158.8	5.5	38.0	2.7	66.6	195.5	149.5	207.6	1290.8	107.5
1983	95.7	70.1	254.7	209.5	115.2	26.8	6.0	69.6	11.1	74.9	85.1	218.6	1237.3	103.1
1984	72.5	237.0	93.2	217.0	70.9	26.2	10.2	39.0	163.7	143.8	95.8	21.7	1191.0	99.2
1985	57.9		116.4	107.2				62.2						
1986	92.7	111.9	153.3	154.8	86.0	14.0	0.0	6.0	27.6	86.8	116.0	70.1	919.2	76.6
1987	70.0	53.8	116.2	136.3	129.4	40.2	18.3	10.6	66.1	103.7	8.0	4.5	757.1	63.0
1988	75.1	118.0	25.2	297.8	114.0	100.2	44.8	50.4	138.9	109.5	128.8	63.5	1266.2	105.5
1989	56.3	113.0	158.8	120.8	65.4	64.6	9.3	36.7	108.8	191.2	13.9	40.2	979.0	81.5
1990	46.6	150.2	79.7	123.3	19.7	21.1	15.4	37.1	27.8	246.8	39.9	46.8	854.4	71.2
1991	96.7	48.6	232.9	84.0	104.9	30.0	16.1	2.9	69.0	37.2	134.9	44.3	901.5	75.1
1992	51.3	68.7	105.0	96.1	127.6	14.3	17.9	14.7	109.9	78.3	107.4	45.2	836.4	69.7
1993	111.4	219.3	235.2	228.1	94.6	12.7	8.2	3.3	96.0	72.0	128.5	177.0	1386.3	115.5
1994	193.4	112.2	244.4	201.1	103.2	0.9	2.9	3.4	27.9	90.2	186.8	79.9	1246.3	103.8
1995	14.9	85.2	118.7	158.4	155.4	97.5	42.5	83.9	5.7	152.7	232.4	77.8	1225.1	102.0
1996	146.5	138.3	181.8	199.4	189.4	37.2	29.0	83.2	84.5	169.4	14.4	47.7	1320.8	110.0
1997	140.9	13.2	167.7	83.2	65.9	58.8	0.0	0.0	108.6	152.7	219.2	120.3	1130.5	94.2
1998	58.1	86.5	127.5	143.9	193.9	14.5	32.2	18.8	58.8	103.6	138.6	32.6	1009.0	84.0
1999	81.6	237.2	185.3	234.1	70.1	126.6	25.1	24.8	136.3	87.1	101.0	221.2	1530.4	127.5
2000	177.3	165.8	149.5	187.6	123.8	66.4	22.1	9.7	67.3	43.8	16.7	76.1	1106.1	92.1
2001	84.1	63.9	186.4	63.1	88.8	8.5	35.0	0.0	94.6	9.3	113.6	118.1	865.4	72.1
2002	36.6	59.1	123.1	256.6	133.1	37.3	8.2	9.8	19.2	144.6	95.0	152.9	1075.5	89.6
2003	25.4	79.1	100.9	244.6	28.7	54.1	15.7		67.8	117.7	159.4	103.2		
2004	56.0	34.4	75.2	156.3	113.8	11.0	6.7	0.6	97.6	98.8	125.5	94.8	870.7	72.5
2005	37.9	150.6	134.3	84.2	37.7	31.8	53.4	26.8	35.6	116.0	58.4	115.1	881.8	73.4
2006	52.3	105.2	202.5	209.5	113.6	50.2	3.1	3.5	35.6	109.5	182.4	183.0	1250.4	104.2
2007	66.2	67.5	177.2	188.1	101.0	22.2	12.5	33.4	3.0	160.1	194.7			
2008	156.5	218.4	188.8	203.8	171.3	56.5	12.3	37.0	58.7	235.3	72.4	121.2	1532.2	127.6
2009	165.8	141.5	173.8	161.3	62.7	35.0	2.6	1.0	7.4	69.4	71.3	120.0	1011.8	84.3
2010	4.6	46.0	26.5	220.4		34.5	93.6	59.4	87.8	51.8	167.6	181.7		
2011	82.4	182.5	145.8	372.9	55.2	28.5	117.2	48.9	73.3	54.8	65.7	107.0	1334.2	111.1
2012	158.9	125.3		203.4	40.2	21.4	1.8	2.6	12.5	133.8	177.0			
suma	3145.5	4198.4	5192.8	6389.2	3727.4	1409.3	962.6	947.6	2593.3	4135.3	3951.1	3469.1	40121.6	
media	82.7	113.4	144.2	168.1	100.7	38.0	26.0	26.3	70.0	108.8	106.7	99.1	1084.6	90.3
minima	4.6	13.2	25.2	63.1	19.7	0.9	0.0	0.0	3.0	9.3	8.0	3.2	0.0	
maxima	193.4	237.2	254.7	372.9	193.9	126.6	148.2	83.9	163.7	246.8	232.4	221.2		372.9

Anexo 12. Datos de precipitación obtenidos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador

Anexo 13. Se presentan las fotografías de las especies capturadas en el área de estudio, además consta una pequeña descripción morfológica, con los caracteres más conspicuos de cada especie, lo que permitiría una fácil identificación. No se mencionan todos los caracteres de la clave de Moret, sino únicamente, los que les diferencian de las demás especies, se ha hecho esto, para que posteriormente, si se continúa con este estudio, el trabajo de laboratorio sea más rápido y fácil.



***Oxitrechus* sp.** 2,5 mm, color pardo, castaño, cabeza estrecha, parte media de la base del pronoto forma un lóbulo saliente hacia atrás.



Tribu lebiini 3 mm castaño rojizo, élitros truncados dejando visible el ápice del abdomen.



Bembidion fulvocinctum 3, 5mm, negro brillante, ojos desarrollados, último artejo de los palpos maxilares mucho más corto y más estrecho que el penúltimo.



Dyscolus alpinus 11mm, negro píceo, estrías profundas, seda basal presente, meta fémures sin sedas anteroapicales, metatarsómero 4 lobulado.



Dyscolus oopteroides 7mm negro píceo, apéndices rojizos, élitros separados y redondeados en el ápice basal ausente, meta fémures sin sedas anteroapicales, metatarsómero 4 con lóbulos iguales.



Dyscolus verecundans 11mm negro presente ausente, meta fémures con 4 a 6 sedas seda anteroapicales, metatarsómero 4 con lóbulos muy cortos



Dyscolus bordoni 12mm, negro piceo, seda pronotal lateroposterior ausente, seda basal presente, élitros ovoides, hombros completamente borrados Metatarsómero 4 con lóbulos distales.



Dyscolus palatus 8,5 mm, estrías elitrales bien marcadas, anchas con huellas de puntos, seda basal presente, metafémures con 1 o 2 sedas anteroposteriores.



Dyscolus rotundiceps 8,5mm, color variable pronoto muy estrecho en la base, cuerpo alargado, seda basal ausente, patas finas, metafémures, con 1,2 o 3 sedas anteroapicales, metatarsómero 4 asimétrico.



Dyscolus denigratus 9mm negruzco a castaño élitros ovoides, estrías finas, seda basal presente, metafémures con varias sedas anteroapicales, metatarsómero 4 asimétrico.



Dyscolus diopsis 9 mm color variable, pronoto muy estrecho en la base, se diferencia de *D. rotundiceps* porque no tiene sedas antero apicales .



Dyscolus orthomus 10 mm color variable, pronoto subtrapezoidal más ancho en la base que en el ápice, lados levemente arqueados, seda basal generalmente ausente, metatarsómero 4 ancho con lóbulos casi iguales.



Dercyllus cordicollis 15 mm cabeza gruesa ojos globulosos, lados del pronoto arqueados con fosas basales profundas, élitros arqueados con estrías profundas.



Blennidus mucronatus 8 mm negro apéndices rojizos, pronoto grande con lados rectos, estrías bien marcadas, epipleuras cruzadas antes del ápice de los élitros.



Blennidus pichinchae 6mm parduzco píceo reflejos bronceíneos, apéndices castaño brillante, rojizos, lados del pronoto bastante arqueados estrías no muy profundas.



Pematellus colombianus 7,5mm negro con apéndices parduzcos, pronoto rectangular con los lados casi rectos, fositas basales grandes y profundas, élitros redondeados, ángulo humeral muy marcado.



Incagonum andicola 8mm negro brillante, cabeza alargada, ojos muy salientes, pronoto subcordiforme con sinuosidades laterobasales, élitros anchos con los hombros salientes, seda basal presente, estrías finas y lisas.



Notiobia peruviana 8mm color metálico verdoso, cara inferior castaño rojiza, pronoto subcuadrangular con los lados moderadamente arqueados, fositas basales reducidas Penúltimo artejo de los palpos labiales multisedoso.



Dyscolus megacephalus 14mm negro píceo, cabeza muy gruesa tan ancha a nivel de los ojos como el pronoto, mandíbulas grandes, ángulo humeral muy marcado.



Hongos laboulbeniales en
Blennidus mucronatus

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, María Eugenia de los Ángeles Aráuz Castro, C.I. 1706027990, autora del trabajo de graduación titulado “Cambio climático e insectos: Elaboración de una línea base con Carabidae de altura” previa a la obtención del grado académico de LICENCIADA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales:

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la ley orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENECYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Quito, 15 de noviembre del 2013

María de los Ángeles Aráuz Castro

CI: 1706027990

